

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-116734

(43)Date of publication of application : 19.04.2002

(51)Int.Cl. G09G 3/34
G02F 1/167
G09G 3/20

(21)Application number : 2001-187279

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 20.06.2001

(72)Inventor : KATASE MAKOTO

(30)Priority

Priority number : 2000187922 Priority date : 22.06.2000 Priority country : JP
2000236197 03.08.2000

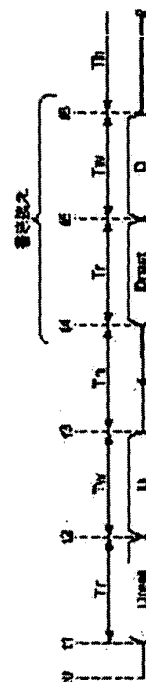
JP

(54) METHOD FOR DRIVING ELECTROPHORESIS DISPLAY DEVICE, DRIVING CIRCUIT THEREFOR, ELECTRIC MIGRATION DISPLAY DEVICE AND ELECTRONIC EQUIPMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and circuit for driving an electrophoresis display device of an active matrix system, and electronic equipment.

SOLUTION: A reset voltage is written in each pixel electrode during a reset period T_r . Next, voltage to be applied is applied to each pixel electrode only for a period according to a gradation value instructed by picture data during a write period. Thereafter, a common electrode voltage is written in each pixel electrode. Thus, the charges accumulated on the pixel capacitance are discharged, so that an electric field is acted on a distribution system. Thereafter, a display picture is held.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the electrophoresis display which has a dispersed system containing an electrophoresis particle and its drive method, a drive circuit, and electronic equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] The electrophoresis display using the electrophoresis phenomenon is known as an un-emitting-light type display device. An electrophoresis phenomenon is a phenomenon which a particle moves, when electric field are impressed to the dispersed system which distributed the particle (electrophoresis particle) in the liquid (dispersion medium). Fundamentally, electrophoresis display has one pair of electrodes which separated the fixed interval and countered, and the dispersed system enclosed with inter-electrode [these]. and the electrophoresis particle charged when the potential difference was given between two electrodes -- direction ***** of electric field -- it will be drawn to one of electrodes Here, if an electrophoresis particle is constituted from a pigment particle while dyeing a dispersion medium with a color, the color of an electrophoresis particle or the color of a color will be visible to a watcher.

[0003]

[The technical problem in which invention tends to carry out a technical problem] However, there is no conventional example about the electrophoresis display of active matrix form, and it is not known about the drive method or drive circuit.

[0004] this invention is made in view of the situation mentioned above, and the purpose is in offering the drive method, the drive circuit, and electronic equipment of electrophoresis display of active matrix form.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, this invention has a common electrode, two or more pixels, and two or more switching elements connected to each pixel. The pixel electrode in which it connected with one of the aforementioned switching elements, and each of two or more aforementioned pixels opened the aforementioned common electrode and distance and which it countered, It is the drive method of an electrophoresis apparatus of having the dispersed system which is inserted between the aforementioned common electrode and the aforementioned pixel electrode, and contains an electrophoresis particle. Impress the 1st voltage to the aforementioned common electrode, and the pixel electrode of each aforementioned pixel is received. After performing write-in operation only whose fixed time impresses the 2nd voltage to the aforementioned pixel electrode through the aforementioned switching element so that it may make the aforementioned pixel electrode and common inter-electrode produce the electric field which make the aforementioned electrophoresis child's space condition shift to the state according to the display gradation of the pixel concerned, The drive method of the electrophoresis display characterized by performing non-bias operation which impresses the 1st voltage of the above to the aforementioned pixel electrode through the aforementioned switching element is offered.

[0006] According to this invention, if the 2nd voltage is supplied to a pixel electrode, electric field will be impressed to a dispersed system, a Coulomb force will act on an electrophoresis particle, and the spatial state will change. Next, the inter-electrode potential difference becomes zero by supplying the 1st voltage to a pixel electrode. And when a switching element is turned OFF, the spatial state of an electrophoresis particle is fixed and the display image expressed according to the space state of this electrophoresis particle is fixed.

[0007] In a desirable mode, in the aforementioned write-in operation, while impressing the voltage according to the aforementioned display gradation to the aforementioned pixel electrode as the 2nd voltage of the above, in advance of the aforementioned write-in operation, the reset action which impresses the reset voltage which moves the aforementioned electrophoresis child to an initial valve position to the aforementioned pixel electrode is performed.

Page 2 of 2
[0008] Moreover, in another desirable mode, in the aforementioned write-in operation, after impressing the 2nd voltage of the above to the aforementioned pixel electrode, the braking voltage for performing braking of the aforementioned electrophoresis child is impressed to the aforementioned pixel electrode.

[0009] For example, though generating of electric field is stopped by making two electrodes equipotential when the viscous drag of a dispersion medium is small, in order that an electrophoresis particle may continue movement from habit, the brightness of a display image will change. According to this mode, since the braking voltage for applying braking to the movement is impressed after supplying the 2nd voltage to a pixel electrode, an electrophoresis particle can be stopped for a short time. Since the movement direction of an electrophoresis particle becomes settled by the direction of the electric field acquired by impression of the 2nd voltage, braking voltage becomes polarity contrary to the polarity of the 2nd voltage on the basis of the 1st voltage.

[0010] In another desirable mode, when switching the display screen, in the aforementioned write-in operation, the difference of the voltage corresponding to the display gradation before a change and the voltage corresponding to the display gradation after a change is impressed to the 2nd electrode of the above as the 2nd voltage of the above.

[0011] More specifically, you may impress the voltage equivalent to the difference of the mean place of the electrophoresis particle corresponding to the gradation after a change, and the mean place of the electrophoresis particle corresponding to the gradation before a change fixed time between two electrodes. In this mode, an electrophoresis particle changes the spatial state on the basis of the state before a screen change. That is, the spatial state of an electrophoresis particle is initialized, and the following gradation is not displayed, but the spatial state is changed continuously. Therefore, since the process of initialization can be skipped, improvement in a display speed can be aimed at. In addition, in order to perform a gradation display, it is desirable to give variation to the particle properties of the electrophoresis particle of a dispersed system.

[0012] Moreover, two or more scanning lines to which this invention intersects two or more data lines and two or more aforementioned data lines in two levels, A common electrode and two or more pixel electrodes which are respectively prepared corresponding to each intersection of two or more aforementioned data lines and two or more aforementioned scanning lines, and counter with the aforementioned common electrode across a fixed gap respectively, Two or more dispersed systems which are pinched between two or more aforementioned pixel electrodes and the aforementioned common electrode, and contain an electrophoresis particle respectively, Corresponding to each intersection of two or more aforementioned data lines and two or more aforementioned scanning lines, it is prepared respectively. Each ON/OFF change control terminal is connected to the scanning line which passes the intersection concerned. It is the drive method of electrophoresis display of having two or more switching elements linked to the pixel electrode in which the data line which passes the intersection concerned when it is an ON state was prepared corresponding to the intersection concerned. Operation for the display control using two or more aforementioned scanning lines and two or more aforementioned data lines is performed using the field with a certain time length. in operation for the display control in the one field The aforementioned scanning line is chosen one by one, impressing common electrode voltage to the aforementioned common electrode. The voltage which bundles up all the switching elements connected to the scanning line concerned to the selected scanning line, and is made into an ON state is impressed. Fixed time impression of two or more pixel voltage for generating the electric field made to shift to the space state according to the display gradation aiming at the aforementioned electrophoresis child's space condition is carried out at two or more data lines. The drive method of the electrophoresis display characterized by impressing the voltage which bundles up all the switching elements that impressed the aforementioned common electrode voltage to two or more aforementioned data lines, and were connected to the scanning line concerned to the scanning line which carried out [aforementioned] selection, and is made into an OFF state is offered.

[0013] According to this drive method, it becomes possible to indicate the picture by the matrix. And since the inter-electrode potential difference serves as zero by impressing common electrode voltage to a pixel electrode, inter-electrode electric field do not occur. Therefore, the spatial state of an electrophoresis particle is fixed and it becomes possible to hold a display image. Moreover, write-in operation corresponding to the pixel of a segment can be made to finish it as this drive method within 1 horizontal scanning period 1 horizontal scanning.

[0014] In a desirable mode, respectively in the field for repeating a reset action and write-in operation by turns, and performing the aforementioned reset action using the one field It is impressed by two or more aforementioned data lines by making into the aforementioned pixel voltage voltage for generating the electric field which initialize the aforementioned electrophoresis child's space condition, and the gradation voltage corresponding to the display gradation made into the purpose is impressed to two or more aforementioned data lines as the aforementioned pixel voltage in the field for performing the aforementioned write-in operation.

[0015] Moreover, in another desirable mode, when the change of a display image is performed, the aforementioned reset action and the aforementioned write-in operation are carried out only for the pixel electrode corresponding to the

pixel from which display gradation changed before and after the change.

[0016] Moreover, in another desirable mode, by this drive method, two or more scanning lines are chosen simultaneously, and the voltage for the aforementioned initialization is impressed to two or more data lines, and the voltage for the aforementioned initialization is simultaneously impressed to two or more pixel electrodes.

[0017] Also in which mode, the number of times of the voltage impression for renewal of the voltage impression for initialization and pixel voltage can be reduced.

[0018] In a desirable mode, after impressing two or more aforementioned pixel voltage to two or more data lines, two or more braking voltage which generates the electric field which perform braking of the aforementioned electrophoresis child is impressed to two or more aforementioned data lines.

[0019] Moreover, after performing a reset action in another desirable mode using the one field, In the field for repeating write-in operation using the consecutive field, and performing the aforementioned reset action In the field for being impressed by two or more aforementioned data lines as the aforementioned pixel voltage as voltage for generating the electric field which initialize the aforementioned electrophoresis child's space condition, and performing the aforementioned write-in operation Difference voltage with the gradation voltage corresponding to the display gradation made into the gradation voltage and the purpose corresponding to the display gradation obtained by the last write-in operation as the aforementioned pixel voltage is impressed to two or more aforementioned data lines.

[0020] Moreover, in another desirable mode, after impressing two or more aforementioned pixel voltage to two or more data lines, two or more braking voltage which generates the electric field which perform braking of the aforementioned electrophoresis child is impressed to two or more aforementioned data lines.

[0021] Moreover, two or more scanning lines to which this invention intersects two or more data lines and two or more aforementioned data lines in two levels, A common electrode and two or more pixel electrodes which are respectively prepared corresponding to each intersection of two or more aforementioned data lines and two or more aforementioned scanning lines, and counter with the aforementioned common electrode across a fixed gap respectively, Two or more dispersed systems which are pinched between two or more aforementioned pixel electrodes and the aforementioned common electrode, and contain an electrophoresis particle respectively, Corresponding to each intersection of two or more aforementioned data lines and two or more aforementioned scanning lines, it is prepared respectively. Each ON/OFF change control terminal is connected to the scanning line which passes the intersection concerned. It is the drive method of electrophoresis display of having two or more switching elements linked to the pixel electrode in which the data line which passes the intersection concerned when it is an ON state was prepared corresponding to the intersection concerned. The reset action, write-in operation, and maintenance operation for control of image display are performed using the field with a certain time length respectively. in the field for the aforementioned reset action The aforementioned scanning line is chosen one by one, impressing common electrode voltage to the aforementioned common electrode. The voltage which bundles up all the switching elements connected to the scanning line concerned to the selected scanning line, and is made into an ON state is impressed. After impressing two or more pixel voltage for generating the electric field which initialize the aforementioned electrophoresis child's space condition to two or more data lines, The voltage which bundles up all the switching elements connected to the scanning line concerned to the scanning line which carried out [aforementioned] selection, and is made into an OFF state is impressed. in the field for the aforementioned write-in operation The aforementioned scanning line is chosen one by one, impressing common electrode voltage to the aforementioned common electrode. The voltage which bundles up all the switching elements connected to the scanning line concerned to the selected scanning line, and is made into an ON state is impressed. As opposed to the scanning line which carried out [aforementioned] selection after impressing two or more gradation voltage to two or more aforementioned data lines The voltage which bundles up all the switching elements connected to the scanning line concerned, and is made into an OFF state is impressed. in the field for the aforementioned maintenance operation The aforementioned scanning line is chosen one by one, impressing common electrode voltage to the aforementioned common electrode. The voltage which bundles up all the switching elements connected to the scanning line concerned to the selected scanning line, and is made into an ON state is impressed. After impressing the aforementioned common electrode voltage to two or more aforementioned data lines, the voltage which bundles up all the switching elements connected to the scanning line concerned to the scanning line which carried out [aforementioned] selection, and is made into an OFF state is impressed.

[0022] According to this drive method, respectively, since the reset action, write-in operation, and maintenance operation for control of image display are performed using the time of the 1 field, voltage impressed to a pixel electrode in a reset action and write-in operation can be made low.

[0023] Behind the field for the aforementioned write-in operation, before performing the aforementioned maintenance operation, you may impress two or more braking voltage which generates the electric field which brake the aforementioned electrophoresis child to two or more aforementioned data lines using the one field.

[0024] Moreover, in a desirable mode, when the fixed conventional time passes after using the timer and performing the aforementioned write-in operation, the aforementioned reset action, write-in operation, and maintenance operation are performed again.

[0025] Although an electrophoresis particle may sediment and surface under the influence of the weight etc., since according to this mode it will impress the same pixel voltage if the conventional time is exceeded, even if it leaves it for a long time, it can fix the position of an electrophoresis particle, and can maintain quality of image.

[0026] Moreover, two or more scanning lines to which this invention intersects two or more data lines and two or more aforementioned data lines in two levels, A common electrode and two or more pixel electrodes which are respectively prepared corresponding to each intersection of two or more aforementioned data lines and two or more aforementioned scanning lines, and counter with the aforementioned common electrode across a fixed gap respectively, Two or more dispersed systems which are pinched between two or more aforementioned pixel electrodes and the aforementioned common electrode, and contain an electrophoresis particle respectively, Corresponding to each intersection of two or more aforementioned data lines and two or more aforementioned scanning lines, it is prepared respectively. Each ON/OFF change control terminal is connected to the scanning line which passes the intersection concerned. It is the drive method of electrophoresis display of having two or more switching elements linked to the pixel electrode in which the data line which passes the intersection concerned when it is an ON state was prepared corresponding to the intersection concerned. After performing a reset action, using the field with a certain time length respectively, write-in operation and maintenance operation are repeated by turns. in the field for the aforementioned reset action The aforementioned scanning line is chosen one by one, impressing common electrode voltage to the aforementioned common electrode. The voltage which bundles up all the switching elements connected to the scanning line concerned to the selected scanning line, and is made into an ON state is impressed. After impressing two or more pixel voltage for generating the electric field which initialize the aforementioned electrophoresis child's space condition to two or more data lines, The voltage which bundles up all the switching elements connected to the scanning line concerned to the scanning line which carried out [aforementioned] selection, and is made into an OFF state is impressed. in the field for the aforementioned write-in operation The aforementioned scanning line is chosen one by one, impressing common electrode voltage to the aforementioned common electrode. The voltage which bundles up all the switching elements connected to the scanning line concerned to the selected scanning line, and is made into an ON state is impressed. After impressing the difference voltage of the gradation voltage corresponding to the target display gradation, and the gradation voltage corresponding to the display gradation obtained in the last write-in operation to two or more data lines, The voltage which bundles up all the switching elements connected to the scanning line concerned to the scanning line which carried out [aforementioned] selection, and is made into an OFF state is impressed. in the field for the aforementioned maintenance operation The aforementioned scanning line is chosen one by one, impressing common electrode voltage to the aforementioned common electrode. The voltage which bundles up all the switching elements connected to the scanning line concerned to the selected scanning line, and is made into an ON state is impressed. After impressing the aforementioned common electrode voltage to two or more aforementioned data lines, the drive method of the electrophoresis display characterized by impressing the voltage which bundles up all the switching elements connected to the scanning line concerned to the scanning line which carried out [aforementioned] selection, and is made into an OFF state is offered.

[0027] Also in this drive method, voltage impressed to a pixel electrode in a reset action and write-in operation can be made low.

[0028] Behind the field for the aforementioned write-in operation, before performing the aforementioned maintenance operation, you may impress two or more braking voltage which generates the electric field which brake the aforementioned electrophoresis child to two or more aforementioned data lines using the one field.

[0029] Moreover, this invention offers the drive circuit for enforcing the drive method hung up above. It is as follows when those desirable modes are enumerated.

[0030] First, two or more scanning lines to which this invention intersects two or more data lines and two or more aforementioned data lines in two levels, A common electrode and two or more pixel electrodes which are respectively prepared corresponding to each intersection of two or more aforementioned data lines and two or more aforementioned scanning lines, and counter with the aforementioned common electrode across a fixed gap respectively, Two or more dispersed systems which are pinched between two or more aforementioned pixel electrodes and the aforementioned common electrode, and contain an electrophoresis particle respectively, Corresponding to each intersection of two or more aforementioned data lines and two or more aforementioned scanning lines, it is prepared respectively. Each ON/OFF change control terminal is connected to the scanning line which passes the intersection concerned. It is the drive circuit of the electrophoresis display which has two or more switching elements linked to the pixel electrode in which the data line which passes the intersection concerned when it is an ON state was prepared corresponding to the

intersection concerned. The aforementioned scanning line is chosen one by one with the impression section which impresses common electrode voltage to the aforementioned common electrode. After impressing the voltage which bundles up all the switching elements connected to the scanning line concerned to the selected scanning line, and is made into an ON state during a fixed period, The scanning-line mechanical component which impresses the voltage which bundles up all the switching elements connected to the scanning line concerned to the scanning line which carried out [aforementioned] selection, and is made into an OFF state, Within the period when the voltage which the one scanning line is chosen, bundles up the aforementioned switching element to the scanning line concerned, and is made into an ON state is impressed After carrying out fixed time impression of two or more pixel voltage for generating the electric field made to shift to the space state according to the display gradation aiming at the aforementioned electrophoresis child's space condition at two or more data lines, The drive circuit of the electrophoresis display characterized by providing the data-line mechanical component which impresses the aforementioned common electrode voltage to two or more aforementioned data lines is offered.

[0031] In a desirable mode, the one field is respectively used for the aforementioned drive circuit. In the field for repeating a reset action and write-in operation by turns, and performing the aforementioned reset action In the field for the aforementioned data-line mechanical component impressing two or more pixel voltage for generating the electric field which initialize the aforementioned electrophoresis child's space condition to two or more aforementioned data lines, and performing the aforementioned write-in operation The aforementioned data-line mechanical component impresses the gradation voltage corresponding to the display gradation made into the purpose to two or more aforementioned data lines as the aforementioned pixel voltage.

[0032] Moreover, the aforementioned data-line mechanical component may impress two or more braking voltage which generates the electric field which perform braking of the aforementioned electrophoresis child to two or more aforementioned data lines, after impressing two or more aforementioned pixel voltage to two or more data lines.

[0033] Here, the aforementioned data-line mechanical component generates the voltage of the size for example, according to the aforementioned pixel voltage as the aforementioned braking voltage.

[0034] After the aforementioned drive circuit performs a reset action in a desirable mode using the one field, In the field for repeating write-in operation using the consecutive field, and performing the aforementioned reset action The aforementioned data-line drive circuit impresses two or more pixel voltage for generating the electric field which initialize the aforementioned electrophoresis child's space condition to two or more aforementioned data lines. In the field for performing the aforementioned write-in operation, the aforementioned data-line drive circuit impresses difference voltage with the gradation voltage corresponding to the display gradation made into the gradation voltage and the purpose corresponding to the display gradation obtained by the last write-in operation as the aforementioned pixel voltage to two or more aforementioned data lines.

[0035] The aforementioned data-line mechanical component may impress two or more braking voltage which generates the electric field which perform braking of the aforementioned electrophoresis child to two or more aforementioned data lines, after impressing two or more aforementioned pixel voltage to two or more data lines.

[0036] Moreover, two or more scanning lines to which this invention intersects two or more data lines and two or more aforementioned data lines in two levels, A common electrode and two or more pixel electrodes which are respectively prepared corresponding to each intersection of two or more aforementioned data lines and two or more aforementioned scanning lines, and counter with the aforementioned common electrode across a fixed gap respectively, Two or more dispersed systems which are pinched between two or more aforementioned pixel electrodes and the aforementioned common electrode, and contain an electrophoresis particle respectively, Corresponding to each intersection of two or more aforementioned data lines and two or more aforementioned scanning lines, it is prepared respectively. Each ON/OFF change control terminal is connected to the scanning line which passes the intersection concerned. It is the drive circuit of the electrophoresis display which has two or more switching elements linked to the pixel electrode in which the data line which passes the intersection concerned when it is an ON state was prepared corresponding to the intersection concerned. The aforementioned scanning line is chosen one by one with the impression section which impresses common electrode voltage to the aforementioned common electrode. After impressing the voltage which bundles up all the switching elements connected to the scanning line concerned to the selected scanning line, and is made into an ON state during a fixed period, The scanning-line mechanical component which impresses the voltage which bundles up all the switching elements connected to the scanning line concerned to the scanning line which carried out [aforementioned] selection, and is made into an OFF state, Within the period when the voltage which the one scanning line is chosen, bundles up the aforementioned switching element to the scanning line concerned, and is made into an ON state is impressed The data-line mechanical component which impresses two or more pixel voltage for generating the electric field made to shift to the space state according to the display gradation aiming at the aforementioned electrophoresis child's space condition to two or more data lines is provided. The aforementioned drive

circuit is what repeats the reset action, write-in operation, and maintenance operation for control of image display, using the field with a certain time length respectively. the aforementioned data-line mechanical component It is impressed by two or more data lines by making into the aforementioned pixel voltage voltage for generating the electric field which initialize the aforementioned electrophoresis child's space condition in the field for the aforementioned reset action. In the field for the aforementioned write-in operation, it is impressed by two or more aforementioned data lines by making two or more gradation voltage into the aforementioned pixel voltage. in the field for the aforementioned maintenance operation The drive circuit of the electrophoresis display characterized by being impressed by two or more aforementioned data lines by making the aforementioned common electrode voltage into the aforementioned pixel voltage is offered.

[0037] Behind the field for the aforementioned write-in operation, before the aforementioned data-line mechanical component performs the aforementioned maintenance operation, you may impress it to two or more aforementioned data lines using the one field by making into the aforementioned pixel voltage two or more braking voltage which generates the electric field which brake the aforementioned electrophoresis child.

[0038] Moreover, two or more scanning lines to which this invention intersects two or more data lines and two or more aforementioned data lines in two levels, A common electrode and two or more pixel electrodes which are respectively prepared corresponding to each intersection of two or more aforementioned data lines and two or more aforementioned scanning lines, and counter with the aforementioned common electrode across a fixed gap respectively, Two or more dispersed systems which are pinched between two or more aforementioned pixel electrodes and the aforementioned common electrode, and contain an electrophoresis particle respectively, Corresponding to each intersection of two or more aforementioned data lines and two or more aforementioned scanning lines, it is prepared respectively. Each ON/OFF change control terminal is connected to the scanning line which passes the intersection concerned. It is the drive circuit of the electrophoresis display which has two or more switching elements linked to the pixel electrode in which the data line which passes the intersection concerned when it is an ON state was prepared corresponding to the intersection concerned. The aforementioned scanning line is chosen one by one with the impression section which impresses common electrode voltage to the aforementioned common electrode. After impressing the voltage which bundles up all the switching elements connected to the scanning line concerned to the selected scanning line, and is made into an ON state during a fixed period, The scanning-line mechanical component which impresses the voltage which bundles up all the switching elements connected to the scanning line concerned to the scanning line which carried out [aforementioned] selection, and is made into an OFF state, Within the period when the voltage which the one scanning line is chosen, bundles up the aforementioned switching element to the scanning line concerned, and is made into an ON state is impressed The data-line mechanical component which impresses two or more pixel voltage for generating the electric field made to shift to the space state according to the display gradation aiming at the aforementioned electrophoresis child's space condition to two or more data lines is provided. The aforementioned drive circuit is what repeats write-in operation and maintenance operation by turns, after performing a reset action, using the field with a certain time length respectively. the aforementioned data-line mechanical component It is impressed by two or more aforementioned data lines by making into the aforementioned pixel voltage voltage for generating the electric field which initialize the aforementioned electrophoresis child's space condition in the field for the aforementioned reset action. It is impressed by two or more aforementioned data lines by making into the aforementioned pixel voltage difference voltage with the gradation voltage corresponding to the display gradation obtained in the last write-in operation in the field for the aforementioned write-in operation in the gradation voltage corresponding to the display gradation made into the purpose. In the field for the aforementioned maintenance operation, the drive circuit of the electrophoresis display characterized by being impressed by two or more aforementioned data lines by making the aforementioned common electrode voltage into the aforementioned pixel voltage is offered.

[0039] Behind the field for the aforementioned write-in operation, before the aforementioned data-line mechanical component performs the aforementioned maintenance operation, you may impress it to two or more aforementioned data lines using the one field by making into the aforementioned pixel voltage two or more braking voltage which generates the electric field which brake the aforementioned electrophoresis child.

[0040] In a desirable mode, when the fixed conventional time passes after using the timer and performing the aforementioned reset action and write-in operation, the aforementioned reset action and write-in operation are performed again in this drive circuit.

[0041] Although an electrophoresis particle may sediment and surface under the influence of the weight etc., since according to this mode it will impress the same pixel voltage if the conventional time is exceeded, even if it leaves it for a long time, it can fix the position of an electrophoresis particle, and can maintain quality of image.

[0042] Moreover, the drive circuit which mentioned this invention above, two or more data lines, and two or more

scanning lines, Between each switching element formed corresponding to intersection with two or more data lines, and the aforementioned scanning line and the aforementioned data line, the 1st substrate equipped with each pixel electrode connected to the aforementioned switching element, and the 2nd substrate equipped with a common electrode The electrophoresis display characterized by having the electrophoresis panel which comes to pinch the dispersed system containing an electrophoresis particle is offered. In this case, it is desirable to constitute a drive circuit and a switching element from TFT, and to form these in the same manufacture process.

[0043] The electronic equipment which adds and is built over this invention is characterized by using an electrophoresis apparatus as a display, and a digital book, a personal computer, a cellular phone, an electronic advertising bulletin board, an electronic road sign, etc. correspond to this.

[0044]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing.

[0045] A: Although the electrophoresis display concerning the 1st operation gestalt of the 1st operation gestalt can display the picture according to the input picture signal VID and can display it also in any of a still picture and an animation, it fits the display of a still picture especially.

[0046] A-1: The electrophoresis display of the whole electrophoresis display composition book operation gestalt is equipped with the electrophoresis display panel and the circumference circuit. First, the mechanical composition of an electrophoresis display panel is explained. Drawing 1 is the decomposition perspective diagram showing the mechanical composition of electrophoresis display-panel A concerning 1 operation gestalt of this invention, and drawing 2 is the fragmentary sectional view.

[0047] As shown in drawing 1 and drawing 2, electrophoresis display-panel A has the element substrates 100, such as glass with which the pixel electrode 104 grade was formed, and a semiconductor, and the opposite substrate 200 in which the common electrode 201 grade of a plane was formed. The element substrate 100 and the opposite substrate 200 maintain a fixed gap, and they are stuck so that each electrode forming face may counter. The space inserted into the element substrate 100 and the opposite substrate 200 is divided by the septum 110 with fixed height. In this example, the septum 110 is formed so that the pixel which is the display unit of a picture may be classified. The space divided by the septum 110 is called division cell 11C, and it fills up with the dispersed system 1 there.

[0048] This dispersed system 1 makes a dispersion medium 2 distribute the electrophoresis particle 3. As for the dispersion medium 2, additives, such as a surfactant, are added if needed. In the dispersed system 1, in order to avoid sedimentation by the gravity of the electrophoresis particle 3, the specific gravity of a dispersion medium 2 and the specific gravity of the electrophoresis particle 3 are chosen so that abbreviation etc. may be spread and may become.

[0049] Thus, by the septum 110, since much division cell 11C was prepared, the field where the electrophoresis particle 3 can migrate will be restricted to the interior of division cell 11C. Distribution of a particle may incline toward a dispersed system 1, or the condensation which two or more particles join together and becomes a big lump may occur in it. If two or more division cell 11C is formed using a septum 110 as mentioned above, such a phenomenon can be prevented and it will become possible to raise the quality of a display image.

[0050] Electrophoresis display-panel A can be displayed full color. In this case, in order to enable it to display one color among primary colors (RGB) in each pixel, as a dispersed system 1, red and three kinds which correspond green and blue are used.

[0051] First, the thing of a cyano color is used for it as dispersion-medium 2r while a red particle is used for dispersed-system 1r corresponding to red (R) as electrophoresis particle 3r. As this electrophoresis particle 3r, an iron oxide can be used, for example. Next, the thing of a MAZENDA color is used for them as 2g of dispersion media while the green particle as 3g of electrophoresis particles is used for 1g of dispersed systems corresponding to green (G). As 3g of this electrophoresis particle, the pigment particle of a cobalt green can be used, for example. Next, the thing of a yellow color is used for it as dispersion-medium 2b while the blue particle as electrophoresis particle 3b is used for dispersed-system 1b corresponding to blue (B). As this electrophoresis particle 2b, a cobalt blue pigment particle is used, for example.

[0052] That is, while using what reflects a foreground color as an electrophoresis particle 3, the thing corresponding to the color (the example mentioned above complementary color) which absorbs a foreground color as a dispersion medium 2 is used. Moreover, the opposite substrate 200, the common electrode 201, and the member of a sealing agent 202 are used. Therefore, if the electrophoresis particle 3 has surfaced to the electrode by the side of the screen, the light of the wavelength corresponding to a foreground color will be reflected by the electrophoresis particle 3, and a watcher will recognize a color by this reflected light. On the other hand, if the electrophoresis particle 3 is sedimenting to the electrode of the screen and an opposite side, since the light of the wavelength corresponding to a foreground color is absorbed by the dispersion medium 2 and the light of the wavelength will not reach a watcher, a watcher cannot

recognize a color. By the way, it is controllable by the direction and intensity of the electric field impressed to a dispersed system 1 how the electrophoresis particle 3 is distributed in the thickness direction of a dispersed system 1. Therefore, while using combining the electrophoresis particle 3 and the dispersion medium 2 which absorbs the reflected light, the luminous intensity which can adjust the reflectivity of light reflected by the electrophoresis particle 3, consequently reaches a watcher can be changed by controlling field strength.

[0053] Next, the viewing area A1 and the circumference field A2 are established in the front face of the element substrate 100. The viewing area A1 is divided by the septum 110, and the scanning line mentioned later, the data line, and the TFT (TFT is called below Thin Film Transistor:) which functions as a SWITCHING element are formed there besides the pixel electrode 104. On the other hand, the scanning-line drive circuit mentioned later, a data-line drive circuit, and an external connection electrode are formed in the circumference field A2 of the element substrate 100.

[0054] Drawing 3 is the block diagram showing the electric composition of electrophoresis display. Electrophoresis display is equipped with electrophoresis display-panel A, picture signal processing circuit 300A which is the circumference circuit, and the timing generator 400 as shown in this drawing. Here, before picture signal processing circuit 300A outputs this image data D while it performs amendment processing according to the electric property of electrophoresis display-panel A to the input picture signal VID and carries out the generation output of the image data D, it carries out the predetermined period output of the reset data Drest. The reset data Drest draw near to the pixel electrode 104 side the electrophoresis particle 3 which is migrating the inside of a dispersed system 1, and since the spatial state is initialized, they are used. Below, in order to simplify explanation, the dispersion medium 2 of a dispersed system 1 is colored black, and the electrophoresis particles 3 shall be white particles, such as titanium oxide, and shall just be charged.

[0055] Moreover, a timing generator 400 generates the various timing signals for controlling the scanning-line drive circuit 130 and data-line drive circuit 140A, only when image data D is outputted from picture signal processing circuit 300A.

[0056] Two or more data lines 102 are formed in the viewing area A1 of the element substrate 100 in parallel along the direction of Y which two or more scanning lines 101 are formed in parallel along the direction of X, and intersects perpendicularly with this. And in each intersection of these scanning lines 101 and data lines 102, while the gate electrode of TFT103 is connected to the scanning line 101, the source electrode is connected to the data line 102, and the drain electrode is further connected to the pixel electrode 104. Each pixel is constituted by the pixel electrode 104, the common electrode 201 formed in the opposite substrate 200, and the dispersed system 1 pinched among these two electrodes (refer to drawing 2). That is, each pixel is arranged in the shape of a matrix corresponding to intersection with the scanning line 101 and the data line 102. In addition, the scanning-line drive circuit 130 and data-line drive circuit 140A are constituted using TFT, and are formed in TFT103 of a pixel, and a common manufacture process. This becomes advantageous in integration, the field of a manufacturing cost, etc.

[0057] In such electrophoresis display-panel A, if a certain scanning-line signal Y_j becomes active, TFT103 of the j -th scanning line 101 to which the scanning-line signal Y_j concerned is supplied will be in an ON state, and the data-line signals X_1, X_2, \dots, X_n will be supplied to the pixel electrode 104. On the other hand, the common electrode voltage V_{com} is impressed to the common electrode 201 of the opposite substrate 200 from the power circuit (impression section) which is not illustrated. By this, the potential difference will arise between the pixel electrode 104 and the common electrode 201, the electrophoresis particle 3 of a dispersed system 1 will migrate, and the display of the gradation according to image data D will be performed for every pixel.

[0058] A-2: Explain a display principle, next the principle of a gradation display. Drawing 4 is the cross section having simplified and shown the structure of a division cell. If shown in the electrophoresis display of this example, a reset action is performed first. The electrophoresis particle 3 can draw near to the pixel electrode 104 side in this reset action. When using the just charged electrophoresis particle 3, the voltage of negative polarity is impressed to the pixel electrode 104 on the basis of the voltage of the common electrode 201. Consequently, as shown in drawing 4 (A), the electrophoresis particle 3 can be drawn near to an electrode 104.

[0059] Next, the voltage of the straight polarity according to the gradation which should be displayed as shown in drawing 4 (B) is impressed to inter-electrode. Then, the electrophoresis particle 3 moves to the common electrode 201 side by electric field. Since electric field stop acting when the potential difference is made into zero, the electrophoresis particle 3 stops by the viscous drag of a dispersion medium 2. In this case, since the traverse speed of the electrophoresis particle 3 becomes settled according to field strength, i.e., applied voltage, the travel will become settled according to applied voltage and impression time. Therefore, if impression time is fixed, the position of the thickness direction of the electrophoresis particle 3 is controllable by adjusting applied voltage.

[0060] It is reflected by the electrophoresis particle 3, and this reflected light passes the common electrode 201, and the

light which carried out incidence from the common electrode 201 side results in a watcher's eyes. An incident light and the reflected light are absorbed by the dispersion medium 2, and the grade of the absorption is proportional to the optical path length. Therefore, the gradation which a watcher recognizes will become settled with the position of the electrophoresis particle 3. As mentioned above, when impression time is fixed, since it becomes settled according to applied voltage, the position of the thickness direction of the electrophoresis particle 3 can obtain a desired gradation display, if the gradation ***** voltage which should be displayed is impressed.

[0061] By the way, the dispersed system 1 contains many electrophoresis particles 3. Here, if particle properties, such as an electrical property (for example, the amount of charges) and a mechanical property (for example, a particle diameter, a weight), have gathered, the traverse speed of all particles becomes fixed and all the electrophoresis particles 3 will be served similarly.

[0062] However, the thickness of a division cell is several micrometers - 10 micrometers of numbers, and since the maximum travel is very short, if it is going to make [many] the number of gradation, it is necessary to control a minute travel. For this reason, the applied voltage for one gradation becomes very small, and gradation control becomes difficult.

[0063] Then, variation is given to the particle properties of many electrophoresis particles 3 included in a dispersed system 1 with this operation form. When variation is given to particle properties, the position of the electrophoresis particle 3 when carrying out fixed time impression of a certain voltage has a breadth. Drawing 5 is a graph which shows an example of the relation between inter-electrode voltage and gradation concentration. This example is the impression time of 50msec, and the average of the applied voltage to which the electrophoresis particle 3 reaches the common electrode 201 is 5V, and it carries out the simulation of the case where the standard deviation of the applied voltage taken to reach is 0.2V.

[0064] In this drawing, the solid line shows the gradation property over applied voltage, and the dotted line shows the probability density to applied voltage. Here, with probability density, the number of the electrophoresis particle 3 which reaches the common electrode 201 is normalized by average 5V.

[0065] Although the electrophoresis particle 3 hardly reaches the common electrode 201 when applied voltage is less than [4.5V] as shown in this drawing, when applied voltage is 5V, the half electrophoresis particle 3 has reached the common electrode 201, and when applied voltage is more than 5.5V further, almost all the electrophoresis particle 3 has reached the common electrode 201. Therefore, if an applied-voltage value is controlled between 4.5V and 5.5V according to the gradation which should be displayed, it will become possible to perform a desired gradation display.

[0066] A-3: Explain the drive circuit which drives a drive circuit next the scanning line 101, and the data line 102. First, the scanning-line drive circuit 130 shown in drawing 3 has the shift register (illustration abbreviation), shifts the Y clock signal YCK from a timing generator 400, and Y transfer start pulse DY which becomes active by the start of a vertical-scanning period based on the reversal Y clock YCKB one by one, and generates the scanning-line signals Y1, Y2, --, Ym. By this, as shown in drawing 7, the scanning-line signals Y1, Y2, --, Ym which the active period (H level period) shifts one by one are generated, and it is outputted to each scanning line 101.

[0067] Next, data-line drive circuit 140A is explained. Drawing 6 is the block diagram of data-line drive circuit 140A. As shown in this drawing, data-line drive circuit 140A is equipped with the bus BUS to which image data [of 141 or 6 bits of X shift registers] D is supplied, Switches SW1-SWn, the 1st latch 142, the 2nd latch 143, the selection circuitry 144, and D/A converter 145.

[0068] First, according to the X clock XCK and the reversal X clock XCKB, the X shift register 141 shifts X transfer start pulse DX one by one, and generates sampling pulses SR1, SR2, --, SRn (refer to drawing 7) one by one.

[0069] Next, Bus BUS is connected to each latch of the 1st latch group 142 through Switches SW1-SWn, and sampling pulses SR1, SR2, --, SRn are supplied to each control-input terminal of Switches SW1-SWn. Moreover, a certain switch SWj has 1 set of composition by six pieces corresponding to 6-bit image data D. Therefore, respectively synchronizing with sampling pulses SR1, SR2, --, SRn, image data D will be simultaneously taken in by the 1st latch 142.

[0070] Next, the 1st latch 142 latches image data D supplied from Switches SW1-SWn, and outputs it as point sequential image data Da1-Dan. Moreover, the 2nd latch 143 latches each point sequential image data Da1-Dan of the 1st latch 142 by the latch pulse Local Area Transport. Here, the latch pulse Local Area Transport is a signal which becomes active for every 1 horizontal scanning period. Therefore, this 2nd latch 143 generates the line sequential image data Db1-Dbn from the point sequential image data Da1-Dan.

[0071] Next, the common voltage data Dcom generated by picture signal processing circuit 300A and the non-bias timing signal Cb generated by the timing generator 400 are supplied to the selection circuitry 144. Here, the common voltage data Dcom are data which direct the voltage value (for example, grounding level) to which electric power is supplied by the common electrode 201. Moreover, the non-bias timing signals Cb are being active (H level) and a

becoming signal in the period from the middle during 1 horizontal scanning period to the end, as shown in drawing 7. A selection circuitry 144 outputs the data Dc1-Dcn which this chooses the line sequential image data Db1-Dbn as an inactive period, and shows to drawing 7, while the non-bias timing signal Cb chooses the common voltage data Dcom as an active period.

[0072] D/A converter 145 changes the 6-bit data Dc1-Dcn into an analog signal from a digital signal, generates them respectively as data-line signals X1-Xn, and supplies this to each data line 102.

[0073] A-4: Explain operation of electrophoresis display, next operation of electrophoresis display. Drawing 8 is a timing chart which shows the output data of picture signal processing circuit 300A. An outline of operation is explained referring to this drawing.

[0074] First, in time t0, if the power supply of electrophoresis display changes from an OFF state to an ON state, electric power will be supplied to a power supply by picture signal processing circuit 300A, a timing generator 400, and electrophoresis display-panel A. And in the time t1 by which the predetermined period passed and circuit operation was stabilized, picture signal processing circuit 300A carries out 1 field period output of the reset data Drest. If it is in this reset period Tr, as the display principle explained, the electrophoresis particle 3 can draw near to the pixel electrode 104 side, and the spatial state is initialized. Although mentioned later for details, while data-line drive circuit 140A outputs the reset voltage Vrest according to the data value of the reset data Drest to each data line 102, when the scanning-line drive circuit 130 chooses each scanning line 101 one by one, voltage will be supplied to the pixel electrode 104 and the reset voltage Vrest will be impressed among all the pixel electrodes 104 and common electrodes 201.

[0075] Next, if it continues till time t2, the write-in period Tw will begin. If it is in this write-in period Tw, picture signal processing circuit 300A outputs image data D over 1 field period. The gradation voltage V corresponding to the gradation which should be displayed will be written in each pixel electrode 104, and the display screen of one sheet will be completed.

[0076] Next, the maintenance period Th from time t3 to time t4 is a period holding the picture written in in the last write-in period Tw, and can set up the length arbitrarily. In the period concerned, picture signal processing circuit 300A stops operation, and does not output data, and electric field generate it between the pixel electrode 104 and the common electrode 201. As for the electrophoresis particle 3, if there are no electric field, change will be in a spatial state. Therefore, a static image will be displayed if it is in the period concerned.

[0077] Next, it is a period for time t6 rewriting a picture from time t4, and a reset action and write-in operation are performed like the period from time t1 to time t3. Thereby, the display screen can be updated.

[0078] (1) Explain a reset action, next a reset action in detail. Drawing 9 is the timing chart of the electrophoresis display in a reset action. If it is in the reset period Tr as mentioned above, the reset data Drest are supplied to data-line drive circuit 140A. moreover, the non-bias timing signal Cb is shown in drawing 9 -- as -- being inactive (L level) -- since it becomes, the voltage of the data-line signals X1-Xn turns into the reset voltage Vrest

[0079] In this example, since the positive charge is charged to the electrophoresis particle 3, the reset voltage Vrest takes the value of negative polarity focusing on the common electrode voltage Vcom. here -- the scanning-line signal Y1 -- being active (H level) -- if it becomes, TFT103 of the 1st line will be in an ON state, and the reset voltage Vrest will be written in each pixel electrode 104 Henceforth, the reset voltage Vrest is impressed to the 2nd line, the 3rd line, --, each pixel electrode 104 of the m-th line. For example, since the scanning-line signal Y1 is active in Time tx, if it changes inactive, each TFT103 of the 1st line will be turned off, and the pixel electrode 104 and the data line 102 will be cut. However, since pixel capacity is formed of the pixel electrode 104, the dispersed system 1, and the common electrode 201, even if TFT103 is turned off, the reset voltage Vrest is maintained between the pixel electrode 104 of the 1st line, and the common electrode 201. In this way, if the reset voltage Vrest is impressed to inter-electrode, the electrophoresis particle 3 in a dispersed system 1 can draw near to the pixel electrode 104, and the spatial state will be initialized.

[0080] (2) Explain write-in operation, next write-in operation in detail. Drawing 10 is the timing chart of the electrophoresis display in write-in operation. Although write-in operation in the pixel of i line (i-th scanning line) and j train (j-th data line) is explained, here, of course also in other pixels, the same writing is made. In addition, in the following explanation, gradation voltage which shows the gradation which should display the pixel of an i line j train on Pixel Pij as Pij is made with Vij to express the brightness of Pixel Pij as Iij again.

[0081] Since each data-line signals X1-Xn carry out D/A conversion of the data Dc1-Dcn shown in drawing 7 and are generated, as shown in drawing 10, while the voltage of the data-line signal Xj supplied to the j-th data line 102 turns into the gradation voltage Vij from time T1 in the gradation voltage impression period Tv till time T2, it turns into the common electrode voltage Vcom from time 2 in the non-bias period Tb by time T3.

[0082] Moreover, the scanning-line signal Yi supplied to the i-th scanning line 101 will become active in the i-th

horizontal scanning period, and TFT103 which constitutes Pixel Pij will be in an ON state in the meantime. And as for the period from time T1 to time T2, the data-line signal Xj (namely, gradation voltage Vij) is impressed to the pixel electrode 104 of Pixel Pij among the i-th horizontal scanning periods, and, as for the period from time T2 to time T3, the common electrode voltage Vcom is impressed.

[0083] Next, the behavior of the electrophoresis particle 3 in Pixel Pij is considered. Since the reset action mentioned above is performed before this write-in operation, in time T1, the electrophoresis particle 3 of Pixel Pij is altogether located in the pixel electrode 104 side. If the gradation voltage Vij is impressed to the pixel electrode 104 at this time, electric field will be given towards the common electrode 201 from the pixel electrode 104. Therefore, the electrophoresis particle 3 starts movement from time T1.

[0084] Here, the brightness Iij in the pixel Pij of an i line j train is determined by an electrophoresis child's average movement magnitude in the pixel Pij. The electrophoresis particle 3 of this example is white, and the brightness Iij of Pixel Pij becomes high, so that the electrophoresis particle 3 approaches the common electrode 201, since the dispersion medium 2 is black. Therefore, as shown in drawing, brightness Iij becomes high gradually from time T1.

[0085] By the way, since Pixel Pij pinches a dispersed system 1 and is constituted between the pixel electrode 104 and the common electrode 201, it has the pixel capacity according to electrode area, an inter-electrode distance, and the dielectric constant of a dispersed system 1.

[0086] Therefore, though TFT103 is made into an OFF state and supply of the charge to the pixel electrode 104 is stopped, since the charge is accumulated at pixel capacity, between two electrodes, fixed electric field will continue and it will generate. Since the electrophoresis particle 3 continues migration towards the common electrode 201 as long as electric field are given, the period which stops generating of electric field, and the process which will remove the charge accumulated at pixel capacity if it puts in another way are needed. For this reason, the non-bias period Tb is formed.

[0087] If it is in the non-bias period Tb, since the common electrode voltage Vcom is impressed to the pixel electrode 104, in time T2, the pixel electrode 104 and the common electrode 201 become equipotential. Electric field stop for this reason, acting on the electrophoresis particle 3 from time T2. Here, if the viscous drag of a dispersion medium 2 is large to some extent, the electrophoresis particle 3 stops migration in the time T2 when external force stops acting. Consequently, brightness Iij will take a fixed value from time T2, as shown in drawing. In addition, although it stops after the electrophoresis particle 3 migrates from habit, even if electric field stop acting, when the viscous drag of a dispersion medium 2 is small, in such a case, in picture signal processing circuit 300A, image data D which expected and amended migration by inertia is generated.

[0088] If it is in this write-in operation, a charge is first supplied to the pixel electrode 104 of Pixel Pij. Since impress the gradation voltage Vij to inter-electrode, a charge is supplied to the pixel electrode 104 after moving only the distance according to the gradation which should display the electrophoresis particle 3, the common electrode voltage Vcom is impressed and migration of the electrophoresis particle 3 is stopped. It should respond to the gradation which should display the brightness Iij of Pixel Pij. In addition, although the common electrode voltage Vcom was impressed in this example in order to stop migration of the electrophoresis particle 3, what is necessary is just the voltage which it is not necessary to impress [voltage] the voltage which is completely in agreement with the common electrode voltage Vcom, and can stop migration of the electrophoresis particle 3. Since the electrophoresis particle 3 cannot migrate if it does not overcome a viscous drag, when the viscous drag of a dispersion medium 2 etc. is large, applied voltage may be somewhat different from the common electrode voltage Vcom.

[0089] (3) Explain maintenance operation, next maintenance operation. In drawing 7, if it continues till time T3, since all the scanning-line signals Yi will become inactive, TFT103 of all the pixels Pij will be in an OFF state. Since the common electrode voltage Vcom is impressed to the pixel electrode 104 in the non-bias period Tb as mentioned above, electric field will not occur in inter-electrode.

[0090] Therefore, electric field are not given to a dispersed system 1 unless voltage is newly impressed to the pixel electrode 104. Consequently, the spatial state of the electrophoresis particle 3 in a dispersed system 1 will be held, and, thereby, can hold the contents of a display image. If it is in such a maintenance period Th, since it is not necessary to impress voltage to the pixel electrode 104, if it is not necessary to generate the scanning-line signals Y1-Ym, it is not necessary to generate the data-line signals X1-Xn. For this reason, if it is in the period concerned, power consumption is reducible by various kinds of methods described below.

[0091] The 1st method is making the main power supply of the electrophoresis display itself into an OFF state. By this, electrophoresis display-panel A, circumference circuit slack picture signal processing circuit 300A, and a timing generator 400 will stop operation, and will not consume power entirely.

[0092] The 2nd method is stopping the electric supply to electrophoresis display-panel A. Thereby, the power consumed by electrophoresis display-panel A is reducible.

[0093] The 3rd method is stopping supplying the Y clock YCK, the reversal Y clock YCKB and the X clock XCK, and the reversal X clock XCKB to the scanning-line drive circuit 130 and data-line drive circuit 140A. As mentioned above, if it puts in another way only when current flows since it consists of TFT of a complementary type, the scanning-line drive circuit 130 and data-line drive circuit 140A will be restricted at the time that there is reversal of logical level, and will consume power. Therefore, it becomes possible by stopping supply of a clock to cut down power consumption.

[0094] (4) Explain rewriting operation, next rewriting operation which rewrites the content of the display screen. If it is in rewriting operation, there are various kinds of modes described below.

[0095] First, in the 1st mode, write-in operation which performed the reset action mentioned above, and initialized one by one for every line, next was mentioned above is performed, for every line, one by one, a charge is supplied to the pixel electrode 104 and gradation voltage and the common electrode voltage Vcom are impressed. This becomes possible to rewrite the whole screen.

[0096] Next, in the 2nd mode, a reset action and write-in operation are performed only within the line for which rewriting is needed. Here, the case where the j-th and the j+1st lines are rewritten as an example is explained. Drawing 11 is a timing chart for explaining the reset action concerning the 2nd mode. First, if it is in the reset period T_r , picture signal processing circuit 300A outputs the reset data Drest. Moreover, the scanning-line drive circuit 130 outputs the scanning-line signals $Y_1, \dots, Y_j, Y_{j+1}, \dots, Y_m$ one by one, as the period concerned is shown in drawing.

[0097] On the other hand, the non-bias timing signal Cb serves as L level only in the period which chooses the scanning line 101 which should be rewritten. In this example, since the j-th and the j+1st lines are rewritten, the non-bias timing signal Cb serves as L level (inactive) during the scanning-line signal Y_j and the period when Y_{j+1} becomes active. As mentioned above, a selection circuitry 144 (refer to drawing 6) outputs the output data Db1-Dbn of the 2nd latch 143, when the logical level is L level, while outputting the common voltage data Dcom, when the non-bias timing signal Cb is H level (active). If it is in the selection period of other scanning lines 101 while the reset voltage Vrest is supplied to all the data lines 102, if it puts in another way and is in the period which chooses the j-th and the j+1st scanning lines 101, the common electrode voltage Vcom is supplied to all the data lines 102.

[0098] therefore, it is shown in drawing 11 -- as - of 1st line the j-1st line, and the j+2- while the common electrode voltage Vcom is supplied to the pixel electrode 104 of the m-th line, the reset voltage Vrest is supplied to the pixel electrode 104 of the j-th line and the j+1st line. Therefore, if it is in the pixel of the j-th line and the j+1st line, the spatial state of the electrophoresis particle 3 will be initialized. since electric field are not generated on the other hand even if the common electrode voltage Vcom is written in the pixel electrode 104 - of 1st line the j-1st line, and the j+2- the spatial state of the electrophoresis particle 3 does not change in the pixel of the m-th line. Next, if it is in write-in operation, image data D is outputted only about the line which picture signal processing circuit 300A should rewrite, the common voltage data Dcom are outputted about other lines, and it writes in like the usual write-in operation shown in drawing 7. Thereby, only within the j-th line and the j+1st line, it is rewritable.

[0099] Next, in the 3rd mode, two or more lines which should be rewritten are reset simultaneously, and it rewrites by the usual write-in operation after this. In the 2nd mode, if the scanning-line drive circuit which can choose simultaneously two or more scanning lines 101 which should be rewritten is used although the reset action was performed one by one for every line as it told the degree of the j-th line that the j+1st line was reset, resetting simultaneously is possible. For example, if only the scanning-line signal Y_j and Y_{j+1} are simultaneously made active and the reset voltage Vrest is supplied to the data line 102 as shown in drawing 12, of course, the j-th and the j+1st lines which should be rewritten as shown in drawing 13 are simultaneously resettable. Moreover, if it is in write-in operation, image data D is outputted only about the line which picture signal processing circuit 300A should rewrite, the common voltage data Dcom are outputted about other lines, and it writes in like the usual write-in operation shown in drawing 7. Thereby, only within the j-th line and the j+1st line, it is rewritable.

[0100] Next, in the 4th mode, the field which should be rewritten is reset simultaneously and new gradation voltage is impressed to the pixel electrode 104 of the field concerned after that. Here, the field R which should be rewritten as shown in drawing 14 assumes a certain case from the c-th train by the d-th train to the a-th line to the b-th line.

[0101] First, what can choose simultaneously two or more scanning lines 101 which should be rewritten like the 3rd mode as a scanning-line drive circuit is used. Next, picture signal processing circuit 300A considers as the data for one line, and from the 1st, to the c-1st, the d-th outputs the reset data Drest from the c-th, and it outputs [the n-th] the common voltage data Dcom for the common voltage data Dcom from the d+1st. Moreover, the non-bias timing signal Cb presupposes that it is inactive. Thereby, in a predetermined horizontal scanning period, while making data-line signal X_1-X_{c-1} and $X_{d+1}-X_n$ into the common electrode voltage Vcom, data-line signal X_c-X_d can be made into the reset voltage Vrest. And in the horizontal scanning period concerned, Field R is resettable by making only scanning-line signal Y_a-Y_b active.

[0102] Next, in write-in operation, while picture signal processing circuit 300A outputs image data D to the pixel electrode corresponding to Field R, it outputs the common voltage data Dcom to other pixel electrodes. Thereby, it is rewritable only about Field R. Next, in the 5th mode, all pixels are reset simultaneously, after this, the usual write-in operation is performed and rewriting is performed. Drawing 15 is the block diagram of the electrophoresis panel B concerning the 5th mode. This electrophoresis panel B is constituted like the electrophoresis panel A which the point that TFT105 is formed for every train, and scanning-line drive circuit 130B show to drawing 3 except for the point which has come to be able to do simultaneously all the scanning-line signals Y1-Ym as it is active.

[0103] In drawing 15, electric power is supplied to the reset voltage Vrest by the source electrode of each TFT105, the reset timing signal Cr is supplied to the gate electrode, and the drain electrode is further connected to each data line 102. Here, the reset timing signal Cr is a signal which becomes active only in the predetermined reset period Tr, and is generated by the timing generator 400. And if this reset timing signal Cr becomes active, all TFT105 will be in an ON state simultaneously, and the reset voltage Vrest will be supplied to each data line 102. On the other hand, scanning-line drive circuit 130B will make active simultaneously all the scanning-line signals Y1-Ym, if the reset timing signal Cr becomes active. Therefore, the reset voltage Vrest is impressed to all the pixel electrodes 104 in the active period of the reset timing signal Cr. Thereby, all pixels are reset simultaneously.

[0104] In addition, each source electrode of TFT105 is grounded in this case, and you may make it impress the voltage of sufficient straight polarity to initialize on the basis of grounding potential as common electrode voltage Vcom. Namely, what is necessary is just to impress sufficient voltage to initialize to the electrode of another side on the basis of one of potentials among the pixel electrode 104 and the common electrode 201. In addition, the common electrode 201 is divided, two or more division electrodes (for example, an upper half and a lower half) are prepared, and you may make it impress the voltage for initializing to the division electrode to which the picture field which should be rewritten belongs.

[0105] B: With the operation form of the 2nd operation form above, when rewriting a screen, after performing the reset action shown in drawing 16 (A), write-in operation as shown by (B) of this drawing was performed, and the display screen was updated. In this case, the spatial state of the electrophoresis particle 3 is once initialized. For example, the dispersion medium 2 is colored black, and the whole screen will become worse, in case a display is updated, if the electrophoresis particle 3 is white (black). Since people's visual sense cannot detect a short-time change, if the period which a reset action takes is short, it is also possible by updating a screen one after another to display an animation.

[0106] However, depending on the physical property of a dispersed system 1, long time is needed for a reset action, and the brightness change accompanying initialization of the electrophoresis particle 3 may be detected. Then, in order to cancel such un-arranging, you may impress the voltage equivalent to the difference of the mean place of the electrophoresis particle corresponding to the gradation which should be displayed on a degree, and the mean place of the electrophoresis particle corresponding to gradation present on display fixed time between two electrodes. For example, the present gradation is 50% and the case where this is changed to 75% of gradation is assumed. Display gradation will become 50% if the average position of the electrophoresis particle 3 is in the abbreviation 1/2 of the thickness direction of a dispersed system 1 as shown in drawing 16 (B). In order to change this gradation to 75%, as shown in drawing 16 (C), it is necessary to move the average position of the electrophoresis particle 3 in the thickness direction to abbreviation 3/4. Then, electric power is supplied to the pixel electrode 104 in the voltage according to the difference of the gradation which should be displayed on a degree, and the present gradation, and the electrophoresis particle 3 is moved to a predetermined position. Thereby, without performing a reset action, renewal of the display screen is attained and an animation can be displayed easily.

[0107] (1) Explain picture signal processing circuit, next picture signal processing circuit 301A. Drawing 17 is the block diagram showing the composition of picture signal processing circuit 301A. As shown in this drawing, picture signal processing circuit 301A is equipped with A/D converter 310, the amendment section 320, operation part 330, and the selection section 340. The picture signal VID supplied is supplied to the amendment section 320 as input image data Din through A/D converter 310 from the outside. The amendment section 320 has ROM etc., it performs amendment processing of a gamma correction etc. to the input image data Din, generates image data Dv, and outputs it to operation part 330.

[0108] Next, operation part 330 has with memory 331 and the subtractor 332. Image data Dv is supplied to one input terminal and memory 331 of a subtractor 332. Memory 331 is equipped with 1st field memory 331A which performs read-out operation in the even number field while performing write-in operation in the odd number field, and 2nd field memory 331B which performs write-in operation in the even number field while performing read-out operation in the odd number field. The 1 field of image data Dv is delayed, and it is supplied to the input terminal of another side of a subtractor 332 by this memory 331 as delay image data Dv'.

[0109] Next, a subtractor 332 subtracts delay image data Dv' from image data Dv, generates the difference

fractionation image data D_d , and outputs this to the selection section 340. If the selection section 340 is in the write-in period T_w while it chooses the reset data D_{rest} in the reset period T_r , it outputs the difference fractionation image data D_d . In addition, if it is in the first field, since delay image data D_v does not exist, the dummy data with which a data value is set to '0' are supplied to the input terminal of another side of a subtractor 332. Therefore, in the first field, image data D_v is outputted as difference fractionation image data D_d .

[0110] Here, present display gradation, then present image data D_v are equivalent to the gradation which should be displayed on a degree in delay image data D_v . Therefore, the difference fractionation image data D_d turn into data equivalent to the difference of the present gradation and the gradation which should be displayed on a degree.

[0111] Since the composition of the drive circuit of this operation gestalt and a data-line circuit is the same as that of the 1st operation gestalt, explanation is omitted.

[0112] B-1: Explain operation of the electrophoresis display in whole operation in the 2nd operation gestalt, next the 2nd operation gestalt. Drawing 18 is a timing chart which shows the output data of picture signal processing circuit 301A. An outline of operation is explained referring to this drawing.

[0113] First, in time t_0 , if the power supply of electrophoresis display changes from an OFF state to an ON state, electric power will be supplied to a power supply by picture signal processing circuit 301A, a timing generator 400, and electrophoresis display-panel A. And in the time t_1 by which the predetermined period passed and circuit operation was stabilized, picture signal processing circuit 301A carries out 1 field period output of the reset data D_{rest} . If it is in this reset period T_r , as the display principle explained, the electrophoresis particle 3 can draw near to the pixel electrode 104 side, and the spatial state is initialized. Although mentioned later for details, while data-line drive circuit 140A outputs the reset voltage V_{rest} according to the data value of the reset data D_{rest} to each data line 102, when the scanning-line drive circuit 130 chooses each scanning line 101 one by one, the reset voltage V_{rest} is impressed to all the pixel electrodes 104.

[0114] Next, if it continues till time t_2 , the write-in period T_w will begin. If it is in this write-in period T_w , picture signal processing circuit 301A outputs the difference fractionation image data D_d . the difference according to the difference with the gradation which should be displayed on each pixel electrode 104 by this at gradation on display and a degree -- the gradation voltage V_d is written in. However, if it is in the first field (from time t_2 to time t_3), since image data D_v is supplied to data-line drive circuit 140A as difference fractionation image data D_d , the voltage according to the gradation which should be displayed will be written in each pixel electrode 104. but the difference according to difference with the gradation which should be displayed on gradation on display and a degree even if it is in the first field if its attention is paid to a fundamental function since display gradation is 0% (or 100%) by the reset action -- it can be said that the gradation voltage V_d is impressed

[0115] Thus, if a picture is displayed in the first field, in the next field, the voltage corresponding to the gradation of difference will be impressed and the voltage corresponding to the gradation of difference will be impressed further also in the future fields. for example, as the gradation voltage V corresponding to a certain pixel showed the period from the 1st field F_1 to the 7th field F_7 to drawing 19 (A) and it was called v_1, v_2, \dots, v_7 , it changes -- then, difference -- the gradation voltage V_d is set to $V_{d1}, V_{d2}, \dots, V_{d7}$ which are shown in this drawing (B)

[0116] Next, the maintenance period T_h after time t_5 is a period holding the picture written in in the last write-in period T_w , and can set up the length arbitrarily. In the period concerned, picture signal processing circuit 301A stops operation, and does not output data, and electric field generate it between the pixel electrode 104 and the common electrode 201. As for the electrophoresis particle 3, if there are no electric field, change will be in a spatial state. Therefore, a static image will be displayed if it is in the period concerned.

[0117] B-2: Explain write-in operation, next write-in operation in detail. Drawing 20 is the timing chart of the electrophoresis display in write-in operation. Although write-in operation in the pixel of i line (i -th scanning line) and j train (j -th data line) is explained, here, of course also in other pixels, the same writing is made. in addition, the difference which shows the gradation which should display the pixel of an i line j train on Pixel P_{ij} as P_{ij} by the following explanation -- gradation voltage -- V_{dij} -- moreover, the brightness of Pixel P_{ij} will be expressed as I_{ij} . Moreover, in this example, Pixel P_{ij} should display 100% of gradation level in the last field. Voltage required when changing voltage required when adding, changing display gradation to 100% (all the electrophoresis particles 3 are in the common electrode 201 side) from 0% (all the electrophoresis particles 3 are in the pixel electrode 104 side) and it is based on the common electrode voltage V_{com} to $+V_{100}$ and changing display gradation to 0% from 100% - It will express V_{100} .

[0118] since each data-line signals X_1-X_n carry out D/A conversion of the data $D_{c1}-D_{cn}$ shown in drawing 7 (P) - (R) and are generated, the voltage of the data-line signal X_j supplied to the j -th data line 102 is shown in drawing 20 -- as -- the difference from time T_1 to time T_2 -- the voltage impression period T_{dv} -- setting -- difference -- it becomes the gradation voltage V_{dij} . On the other hand, in the non-bias period T_b by time T_3 , it becomes the common electrode

voltage V_{com} from time 2. if the gradation which should be displayed in the present field is 50%, since it is decreasing 50% here compared with the gradation of the last field -- difference -- the value of the gradation voltage V_{dij} is set to $-V_{50}$ as a solid line shows to this drawing. Moreover, for example, if the gradation which should be displayed in the present field is 0%, as an alternate long and short dash line shows to this drawing, it is set to $-V_{100}$.

[0119] C: Explain the electrophoresis display concerning the 3rd operation gestalt, next the 3rd operation gestalt. If shown in the electrophoresis display of the 1st operation gestalt, after only the distance according to the gradation which should impress gradation voltage and should be displayed on the pixel electrode 104 moved the electrophoresis particle 3, the common electrode voltage V_{com} is impressed to the pixel electrode 104, and it was made not to make a Coulomb force act on the electrophoresis particle 3. Moreover, in order that the electrophoresis particle 3 might migrate from habit after impressing the common electrode voltage V_{com} when the viscous drag of a dispersion medium 2 is small, in picture signal processing circuit 300A, migration by inertia was expected and image data D was generated.

[0120] However, a long time may be taken to accommodate movement of the electrophoresis particle 3 depending on the value of the viscous drag of a dispersion medium 2. In the example mentioned above, since the electrophoresis particle 3 migrates towards the common electrode 201 from the pixel electrode 104, if a viscous drag is extremely small, it becomes bright gradually, and the display screen will fall and wear to a certain luminosity soon, and will become Lycium chinense.

[0121] The 3rd operation gestalt offers the electrophoresis display which can prevent change of the luminosity of such the display screen, and is constituted like the electrophoresis display of the 1st operation gestalt shown in drawing 3 except for the point of using picture signal processing circuit 300B instead of picture signal processing circuit 300A, and the point of using data-line drive circuit 140B instead of data-line drive circuit 140A.

[0122] C-1: Explain picture signal processing circuit **** and picture signal processing circuit 300B. Drawing 21 is the block diagram of picture signal processing circuit 300B, and drawing 22 is the timing chart of the output data.

[0123] As shown in drawing 21, picture signal processing circuit 300B is equipped with A/D converter 310, the amendment section 320, the braking voltage data generation section 330, and the selection section 340. The picture signal VID supplied is supplied to the amendment section 320 as input image data D_{in} through A/D converter 310 from the outside. The amendment section 320 has ROM etc., performs amendment processing of a gamma correction etc. to the input image data D_{in} , and generates image data D.

[0124] The braking voltage data generation section 330 has the table which matches the data value of the braking voltage data D_s with the data value which image data D can take, and memorizes it to the interior, accesses the table concerned by making image data D into the address, and obtains the braking voltage data D_s . In addition, the table is constituted by store circuits, such as RAM and ROM.

[0125] Here, the braking voltage data D_s correspond to the braking voltage V_s mentioned later, and they are used in order to attenuate movement of the electrophoresis particle 3. As mentioned above, even if it suspends giving electric field to a dispersed system 1, although the electrophoresis particle 3 continues movement by inertia, if the direction of this movement and the force of a retrose are given, movement of the electrophoresis particle 3 can be attenuated and the migration can be stopped. since the electrophoresis particle 3 is migrating by the electric field according to gradation voltage at the beginning, for attenuating the movement -- the electric field of the 1st retrose -- it is necessary to impress -- the 2nd -- the field strength -- the kinetic energy of the electrophoresis particle 3 -- if it puts in another way, according to the gradation voltage V , it will become settled. Then, if it is in this operation gestalt, the braking voltage data D_s according to the image data D value are beforehand memorized on the table, and it is made to read them to it in consideration of the viscous drag of a dispersion medium 2 etc.

[0126] Next, as shown in drawing 22, while the selection section 340 outputs the reset data D_{reset} in the reset period T_r , it outputs the data multiplex D_m which carried out multiplex [of the braking voltage data D_s] to image data D in a write-in period. If image data D is [6 bits and the braking voltage data D_s] 6 bits, a data multiplex D_m is 12-bit data, and image data D and LSB to 6 bits become [6 bits] the braking voltage data D_s from MSB.

[0127] C-2: Explain data-line drive circuit, next data-line drive circuit 140B. Drawing 23 is the block diagram of data-line drive circuit 140B. Data-line drive circuit 140B of the 2nd operation gestalt is constituted like data-line drive circuit 140A of the 1st operation gestalt except for the point which latches the data which are 1st latch 142B and 143B 12 bits of the 2nd latch, and the point of using selection-circuitry 144B instead of a selection circuitry 144.

[0128] 1st latch 142B latched the 12-bit data multiplex D_m , and generated the point sequential image data D_{a1} - D_{an} , and 2nd latch 143B has changed the point sequential image data D_{a1} - D_{an} into the line sequential image data D_{b1} - D_{bn} . But about the reset data D_{reset} supplied during [T_r] the reset, it is made the line sequential image data D_{b1} - D_{bn} with 6 bits.

[0129] Next, drawing 24 is the block diagram showing the detailed composition of selection-circuitry 144B, and

drawing 25 is the timing chart. As shown in drawing 24, selection-circuitry 144B is equipped with n selection units U1-Un, and based on the non-bias timing signal Cb and braking timing signal Cs, out of image data D and the braking voltage data Ds which constitute the common voltage data Dcom and a data multiplex Dm, each selection units U1-Un choose required data, and output them. the period which chooses the common voltage data Dcom like the 1st operation gestalt mentioned above here as for the non-bias timing signal Cb -- only setting -- being active (H level) and the period when braking timing signal Cs chooses the braking voltage data Ds while becoming -- being active (H level) -- it becomes

[0130] When both signals are inactive (L level), the selection output of the image data D is carried out, and both selection-circuitry 144B carries out a selection output, adds the braking voltage data Ds, and when braking timing signal Cs is still more active, when the non-bias timing signal Cb is active, it carries out the selection output of the common voltage data Dcom.

[0131] For example, as shown in drawing 25, suppose that the data multiplex Dmi was supplied to the i-th selection unit Ui as i-th line sequential image data Dbi in a certain horizontal scanning period. In this case, the image data Di which consists of high order bits of a data multiplex Dmi, and the braking voltage data Dsi which consist of lower bits will be supplied to selection-circuitry 144B. If it is in the gradation voltage impression period Tv, since both braking timing signal Cs and the non-bias timing signal Cb are inactive, if image data Di is chosen and it is in the braking voltage impression period Ts, since braking timing signal Cs becomes active, the braking voltage data Dsi are chosen, and further, if it is in the non-bias period Tb, since the non-bias timing signal Cb becomes active, the common voltage data Dcom will be chosen.

[0132] Thus, selected data will be supplied to D/A converter 145 shown in drawing 23, and will be outputted to each data line 101 as data-line signals X1-Xn.

[0133] C-3: Explain operation of electrophoresis display, next operation of the electrophoresis display concerning the 3rd operation gestalt. This electrophoresis display is the same as the electrophoresis display of the 1st operation gestalt explained with reference to drawing 8 with the point of operating in order called reset action -> write-in operation -> maintenance operation -> rewriting operation (a reset action and write-in operation). However, it is different in that the process which supplies a charge to the pixel electrode 104 and impresses braking voltage to inter-electrode is added during write-in operation (the thing under rewriting operation is included). Hereafter, the detail of write-in operation which is difference is explained.

[0134] Drawing 26 is the timing chart of the electrophoresis display in write-in operation. Although write-in operation in the pixel Pij of an i line j train is explained, here, of course also in other pixels, the same writing is made.

[0135] As shown in drawing 26, the voltage of the data-line signal Xj supplied to the j-th data line 102 turns into the gradation voltage Vij in the gradation voltage impression period Tv, turns into the braking voltage Vs in the braking voltage impression period Ts from time T2 to time T3, and turns into the common electrode voltage Vcom from time T1 till time T2 in the non-bias period Tb from time T3 to time T4 further.

[0136] Moreover, the scanning-line signal Yi supplied to the i-th scanning line 101 becomes active in the i-th horizontal scanning period. For this reason, TFT103 which constitutes Pixel Pij will be in an ON state in the horizontal scanning period concerned, and the data-line signal Xj from time T1 to time T4 will be incorporated by the pixel electrode 104 of Pixel Pij. That is, in a selection period with the scanning line which is this example, operation after supplying a charge to the pixel electrode 104 and impressing the gradation voltage Vij to inter-electrode until it impresses the common electrode voltage Vcom is completed.

[0137] Next, the behavior of the electrophoresis particle 3 in Pixel Pij is considered. Since the reset action is performed before this write-in operation, in time T1, the electrophoresis particle 3 of Pixel Pij is altogether located in the pixel electrode 104 side. If the gradation voltage Vij is impressed to the pixel electrode 104 at this time, electric field will be given towards the common electrode 201 from the pixel electrode 104. Therefore, time T1 to the electrophoresis particle 3 starts movement, and brightness Iij becomes high gradually.

[0138] And if it continues till time T2, the braking voltage Vs will be impressed to the pixel electrode 104. The value of the braking voltage Vs is set up according to the value of the gradation voltage Vij impressed immediately before, and is the thing of negative polarity on the basis of the common electrode voltage Vcom. This is because it is necessary to give electric field in the direction which negates this since the Coulomb force turned to the common electrode 201 from the pixel electrode 104 was acting on the electrophoresis particle 3 in the gradation voltage impression period Tv.

[0139] So to speak, this braking voltage Vs acts on the electrophoresis particle 3 as a brake, and gives the Coulomb force of an opposite direction to the electrophoresis particle 3 with the movement direction. By this, the electrophoresis particle 3 will stop migration by the finish time T3 of power failure coining ***** Ts.

[0140] And if it continues till time T3, the common electrode voltage Vcom will be impressed to the pixel electrode

104. Then, the voltage of the pixel electrode 104 and the common electrode 201 can be in agreement, and the charge accumulated at pixel capacity can be made to discharge. Since electric field will not occur at all in Pixel Pij by this even if it makes TFT103 into an OFF state, the spatial state of the electrophoresis particle 3 can be held.

[0141] Thus, if it is in write-in operation of this operation gestalt, since it attenuates movement of the electrophoresis particle 3 and is made to stop by moving the electrophoresis particle 3 and impressing the braking voltage Vs further first by impressing the gradation voltage Vij to the pixel electrode 104 of Pixel Pij, even if it is the case that the viscous drag of a dispersion medium 2 is small, the migration distance by the inertia of the electrophoresis particle 3 can be shortened. Consequently, it becomes possible to display the stable picture without change of brightness for a short time.

[0142] D: although gradation voltage was impressed in the operation gestalt of the 4th operation gestalt above -- instead, difference -- you may impress gradation voltage It explains in detail below.

[0143] D-1: Explain picture signal processing circuit **** and picture signal processing circuit 301B. Drawing 27 is the block diagram of picture signal processing circuit 301B.

[0144] The braking voltage data generation section 350 has the table which matches the data value of the braking voltage data Ds with the data value which the difference fractionation image data Dd can take, and memorizes it to the interior, accesses the table concerned by making the difference fractionation image data Dd into the address, and obtains the braking voltage data Dds. In addition, the table is constituted by store circuits, such as RAM and ROM.

[0145] Here, the braking voltage data Dds correspond to the braking voltage Vds mentioned later, and they are used in order to attenuate movement of the electrophoresis particle 3. As mentioned above, even if it suspends giving electric field to a dispersed system 1, although the electrophoresis particle 3 continues movement by inertia, if the direction of this movement and the force of a retrose are given, movement of the electrophoresis particle 3 can be attenuated and the migration can be stopped. the electrophoresis particle 3 -- the beginning and difference -- since it is migrating by the Coulomb force given by the electric field according to the gradation voltage Vd, for attenuating the movement -- the electric field of the 1st retrose -- it is necessary to impress -- the 2nd -- the field strength -- the kinetic energy of the electrophoresis particle 3 -- if it puts in another way -- difference -- according to the gradation voltage Vd, it will become settled Then, if it is in this operation gestalt, the braking voltage data Dds according to the value of the difference fractionation image data Dd are beforehand memorized on the table, and it is made to read them to it in consideration of the viscous drag of a dispersion medium 2 etc.

[0146] Since it is the same, a data-line drive circuit and a selection circuitry omit explanation for the 2nd operation form.

[0147] D-2: Explain operation of an electrophoresis apparatus, next operation of the electrophoresis display concerning the 4th operation form. Drawing 28 is the timing chart of the electrophoresis display in write-in operation. Although write-in operation in the pixel Pij of an i line j train is explained, here, of course also in other pixels, the same writing is made. Moreover, in this example, Pixel Pij should display 100% of gradation level in the last field. the voltage of the data-line signal Xj supplied to the j-th data line 102 is shown in drawing 28 -- as -- the difference from time T1 to time T2 -- the gradation voltage impression period Tdv -- setting -- difference -- it becomes the gradation voltage Vdij for example, -- if the gradation which should be displayed in the present field is 50%, since it is decreasing 50% compared with the gradation of the field of **** -- difference -- the value of the gradation voltage Vdij is set to -V50 as a solid line shows to this drawing Moreover, for example, if the gradation which should be displayed in the present field is 0%, as an alternate long and short dash line shows to this drawing, it is set to -V100. Next, in the braking voltage impression period Ts by time T3, the voltage of the data-line signal Xj turns into the braking voltage Vdsij from time T2. here -- the value of the braking voltage Vdsij -- difference -- according to the value of the gradation voltage Vdij, it becomes settled It is [0148] from which the voltage of the data-line signal Xj furthermore turns into the common electrode voltage Vcom in the non-bias period Tdb from time T3 to time T4. E: The 5th operation form E-1 : if shown in the electrophoresis display of the 1st operation form of display, the gradation voltage impression period Tv and the non-bias period Tb were formed within 1 horizontal scanning period, and movement and a halt of the electrophoresis particle 3 were completed.

[0149] In the electrophoresis display applied to the 5th operation form to this, the gradation voltage impression period Tvf and the non-bias period Tbf of a field period unit are prepared. The composition of this electrophoresis display is the same as that of the 1st operation form shown in drawing 3 , and the active periods of the non-bias timing signal Cb differ.

[0150] E-2: Whole operation drawing 29 is a timing chart which shows operation by the whole electrophoresis display. As shown in this drawing, picture signal processing circuit 300A outputs the reset data Drest to the reset period Tr. If it is in the period concerned, the electrophoresis particle 3 can draw near to the pixel electrode 104 side, and the spatial state is initialized.

[0151] Next, a write-in period consists of the gradation voltage impression periods T_{vf} and the non-bias periods T_{bf} of 1 field unit. If it is in the gradation voltage impression period T_{vf} , based on image data D outputted from picture signal processing circuit 300A, gradation voltage is impressed to each pixel electrode 104. However, in the period concerned, the non-bias timing signal C_b is still inactive. Therefore, in the period concerned, the common electrode voltage V_{com} is not impressed to each pixel electrode 104.

[0152] On the other hand, since the non-bias timing signal C_b becomes active although data are not supplied from picture signal processing circuit 300A if it is in the non-bias period T_{bf} , if it is in the period concerned, the common electrode voltage V_{com} will be supplied to all the data lines 102. Therefore, the common electrode voltage V_{com} is impressed to each pixel electrode 104. That is, if it is in this example, in a selection period with a certain scanning line, the gradation voltage V is impressed to the pixel electrode 104, during the period until the scanning line concerned is chosen as a degree, the gradation voltage V is held and the common electrode voltage V_{com} is impressed to the pixel electrode 104 in the next selection period of the scanning line concerned.

[0153] Next, if it is in the maintenance period T_h , the picture which was not made to generate electric field and was written in in the last write-in period between the pixel electrode 104 and the common electrode 201 is held.

[0154] And if it is in a rewriting period, a series of processings of the impression \rightarrow non-bias (impression of common electrode voltage) of reset \rightarrow gradation voltage as well as the first image display will be performed.

[0155] E-3: Write-in operation drawing 30 is the timing chart of the electrophoresis display in write-in operation. Although write-in operation in the pixel P_{ij} of an i line j train is explained, here, of course also in other pixels, the same writing is made.

[0156] If the voltage of the data-line signal X_j supplied to the j -th data line 102 is in the gradation voltage impression period T_{vf} as shown in drawing 30, it changes for every 1 horizontal scanning period. And in the i -th horizontal scanning period, the data-line signal X_j serves as the gradation voltage V_{ij} . this time -- the scanning-line signal Y_i -- being active (H level) -- since it becomes, the gradation voltage V_{ij} is written in the pixel electrode 104 of Pixel P_{ij} . By this, the voltage of the pixel electrode 104 will change on the gradation voltage V_{ij} from the reset voltage V_{rest} in time T_1 , and the electric field according to gradation will be impressed to a dispersed system 1.

[0157] moreover, the time T_2 -- setting -- the scanning-line signal Y_i -- being inactive (L level) -- if it becomes, although TFT103 of Pixel P_{ij} will be turned off, since the charge is accumulated at pixel capacity, the voltage of the pixel electrode 104 maintains the gradation voltage V_{ij} .

[0158] And in the i -th horizontal scanning period of the non-bias period T_{bf} , if the scanning-line signal Y_i becomes active, the common electrode voltage V_{com} will be impressed to the pixel electrode 104. By this, when the voltage of the pixel electrode 104 continues till time T_4 , it will be in agreement with the common electrode voltage V_{com} .

[0159] E-4: Consider the behavior of an electrophoresis particle, next the behavior of the electrophoresis particle 3 in Pixel P_{ij} . Since the reset action is performed before this write-in operation, in time T_0 , the electrophoresis particle 3 of Pixel P_{ij} is altogether located in the pixel electrode 104 side. In time T_1 , if the gradation voltage V_{ij} is impressed to the pixel electrode 104, electric field will be given towards the common electrode 201 from the pixel electrode 104. Therefore, time T_1 to the electrophoresis particle 3 starts movement, and brightness I_{ij} becomes high gradually.

[0160] The electric field according to this gradation voltage V_{ij} are impressed during the 1 field from time T_1 to time T_4 . Therefore, in the period concerned, the electrophoresis particle 3 will move towards the pixel electrode 104. That is, if it was in the 1st operation form, although the gradation voltage V_{ij} was impressed to the predetermined period in 1 level period, with the 3rd operation form, the gradation voltage V_{ij} is impressed over 1 field period. The movement magnitude of the electrophoresis particle 3 becomes settled according to the field strength and impression time which are given to a dispersed system 1, as the display principle also explained. In this example, since a long time called the 1 field is covered and electric field are impressed, even if it impresses weak electric field, the desired brightness I_{ij} can be obtained. Therefore, according to this operation form, it becomes possible to drive the data-line signals X_1 - X_n by the low battery.

[0161] F: although gradation voltage was impressed to the 6th operation form pan in the above-mentioned operation form -- it -- replacing -- difference -- you may impress gradation voltage

[0162] F-1: Display drawing 31 is a timing chart which shows operation by the whole electrophoresis display. As shown in this drawing, picture signal processing circuit 301A outputs the reset data D_{rest} to the reset period T_r . If it is in the period concerned, the electrophoresis particle 3 can draw near to the pixel electrode 104 side, and the spatial state is initialized.

[0163] next, the unit period of plurality [period / write-in / T_w] -- having -- **** -- one unit period -- the difference of 1 field unit -- it consists of groups of the gradation voltage impression period T_{dvf} and the non-bias period T_{dbf} difference -- the difference outputted from picture signal processing circuit 301A if it was in the gradation voltage impression period T_{dvf} -- image data D_d -- being based -- each pixel electrode 104 -- difference -- the gradation

voltage V_d is impressed. However, in the period concerned, the non-bias timing signal C_b is still inactive. Therefore, in the period concerned, the common electrode voltage V_{com} is not impressed to each pixel electrode 104.

[0164] On the other hand, since the non-bias timing signal C_b becomes active although data are not supplied from picture signal processing circuit 301A if it is in the non-bias period T_{bf} , if it is in the period concerned, the common electrode voltage V_{com} will be supplied to all the data lines 102. Therefore, the common electrode voltage V_{com} is written in each pixel electrode 104. namely, the selection period which has a certain scanning line if it is in this example -- setting -- the pixel electrode 104 -- difference -- a period until it impresses the gradation voltage V_d and the scanning line concerned is chosen as a degree, and difference -- the gradation voltage V_d is held and the common electrode voltage V_{com} is impressed to the pixel electrode 104 in the next selection period of the scanning line concerned

[0165] Next, if it is in the maintenance period T_h , the picture which was not made to generate electric field and was written in in the last write-in period between the pixel electrode 104 and the common electrode 201 is held.

[0166] F-2: Write-in operation drawing 32 is the timing chart of the electrophoresis display in write-in operation. Although write-in operation in the pixel P_{ij} of an i line j train is explained, here, of course also in other pixels, the same writing is made. Moreover, in this example, the gradation of the unit period of the just before in Pixel P_{ij} shall be 10%, and 50% of gradation shall be displayed in the present unit period.

[0167] the voltage of the data-line signal X_j supplied to the j -th data line 102 is shown in drawing 32 -- as -- difference -- in the gradation voltage impression period T_{dvf} , it changes for every 1 horizontal scanning period and the i -th horizontal scanning period -- setting -- the data-line signal X_j -- difference -- it becomes the gradation voltage V_{dij} this time -- the scanning-line signal Y_i -- being active (H level) -- since it becomes -- difference -- the gradation voltage V_{dij} is impressed to the pixel electrode 104 of Pixel P_{ij} thereby -- the voltage between two poles -- time T_1 -- setting -- difference -- the gradation voltage V_{dij} -- becoming -- a dispersed system 1 -- difference -- the electric field according to gradation will be impressed

[0168] moreover, the time T_2 -- setting -- the scanning-line signal Y_i -- being inactive (L level) -- since the charge is accumulated at pixel capacity although TFT103 of Pixel P_{ij} is turned off, if it becomes -- inter-electrode voltage -- difference -- the gradation voltage V_{dij} is maintained

[0169] And in the i -th horizontal scanning period of the non-bias period T_{dbf} , if the scanning-line signal Y_i becomes active, the common electrode voltage V_{com} will be impressed to the pixel electrode 104. By this, when the potential of the pixel electrode 104 continues till time T_4 , it will be in agreement with the common electrode voltage V_{com} .

[0170] G: The 7th operation form G-1 : if shown in the electrophoresis display of the 3rd operation form of display, the gradation voltage impression period T_v , the braking voltage impression period T_s , and the non-bias period T_b were formed within 1 horizontal scanning period, and movement and a halt of the electrophoresis particle 3 were completed.

[0171] In the electrophoresis display applied to the 7th operation form to this, the gradation voltage impression period T_{vf} , the braking voltage impression period T_{sf} , and the non-bias period T_{bf} of a field unit are prepared. Although the composition of this electrophoresis display is the same as that of the 1st operation form, the active periods of the non-bias timing signal C_b differ.

[0172] G-2: Whole operation drawing 33 is a timing chart which shows operation by the whole electrophoresis display. As shown in this drawing, picture signal processing circuit 300A outputs the reset data D_{reset} to the reset period T_r . If it is in the period concerned, the electrophoresis particle 3 can draw near to the pixel electrode 104 side, and the spatial state is initialized.

[0173] Next, a write-in period consists of the gradation voltage impression periods T_{vf} , the braking voltage impression periods T_{sf} , and the non-bias periods T_{bf} of 1 field unit. If it is in the gradation voltage impression period T_{vf} and the braking voltage impression period T_{sf} , based on image data D and the braking voltage data D_s which were outputted from picture signal processing circuit 300A, the gradation voltage V and the braking voltage V_s are respectively written in each pixel electrode 104. However, in these periods, the non-bias timing signal C_b is still inactive. Therefore, in these periods, the common electrode voltage V_{com} is not impressed to each pixel electrode 104.

[0174] On the other hand, since the non-bias timing signal C_b becomes active although data are not supplied from picture signal processing circuit 300A if it is in the non-bias period T_{bf} , if it is in the period concerned, the common electrode voltage V_{com} will be supplied to all the data lines 102. Therefore, the common electrode voltage V_{com} is impressed to each pixel electrode 104. Namely, if it is in this example, it sets to a selection period with a certain scanning line. A period until it writes the gradation voltage V in the pixel electrode 104 and the scanning line concerned is chosen as a degree, Hold the gradation voltage V and the braking voltage V_s is impressed to the pixel electrode 104 in the next selection period of the scanning line concerned. During the period until the scanning line concerned is chosen as the degree, the braking voltage V_s is held and the scanning line concerned impresses the pixel

electrode Vcom for the common electrode voltage Vcom in the period chosen as the degree.

[0175] Next, if it is in the maintenance period T_h , the picture which was not made to generate electric field and was written in in the last write-in period between the pixel electrode 104 and the common electrode 201 is held.

[0176] And if it is in a rewriting period, a series of processings of the impression -> non-bias (impression of common electrode voltage) of the impression -> braking voltage of reset -> gradation voltage as well as the first image display will be performed.

[0177] G-3: Explain write-in operation, next write-in operation (the thing under rewriting operation is included) of the electrophoresis display concerning the 4th operation form in detail. Drawing 34 is the timing chart of the electrophoresis display in write-in operation. Although write-in operation in the pixel P_{ij} of an i line j train is explained, here, of course also in other pixels, the same writing is made.

[0178] As shown in drawing 34, in the i -th horizontal scanning period of the gradation voltage impression period T_{vf} , the data-line signal X_j serves as the gradation voltage V_{ij} . this time -- the scanning-line signal Y_i -- being active (H level) -- since it becomes, the gradation voltage V_{ij} is written in the pixel electrode 104 of Pixel P_{ij} . By this, the voltage of the pixel electrode 104 will change on the gradation voltage V_{ij} from the reset voltage V_{rest} in time T_1 , and the electric field according to gradation will be impressed to a dispersed system 1.

[0179] moreover, the time T_2 -- setting -- the scanning-line signal Y_i -- being inactive (L level) -- if it becomes, although TFT103 of Pixel P_{ij} will be turned off, since the charge is accumulated at pixel capacity, the voltage of the pixel electrode 104 maintains the gradation voltage V_{ij} .

[0180] Next, in the i -th horizontal scanning period of the braking voltage impression period T_{sf} , if the scanning-line signal Y_i becomes active, the braking voltage V_{sj} according to the gradation voltage V_{ij} will be impressed to the pixel electrode 104. By this, when the voltage of the pixel electrode 104 continues till time T_4 , it will be in agreement with the braking voltage V_{sj} .

[0181] Furthermore, in the i -th horizontal scanning period of the non-bias period T_{bf} , if 1 field period passes, if the scanning-line signal Y_i becomes active, the common electrode voltage Vcom will be impressed to the pixel electrode 104. By this, when the potential of the pixel electrode 104 continues till time T_4 , it will be in agreement with the common electrode potential Vcom.

[0182] G-4: Consider the behavior of an electrophoresis particle, next the behavior of the electrophoresis particle 3 in Pixel P_{ij} . Since the reset action is performed before write-in operation, in time T_0 , the electrophoresis particle 3 of Pixel P_{ij} is altogether located in the pixel electrode 104 side. In time T_1 , if the gradation voltage V_{ij} is impressed to the pixel electrode 104, electric field will be given towards the common electrode 201 from the pixel electrode 104.

Therefore, time T_1 to the electrophoresis particle 3 starts movement, and brightness I_{ij} becomes high gradually. [0183] Next, if it is in 1 field period from time T_4 to time T_6 , the braking voltage V_{sj} is impressed to a pixel electrode. Since the braking voltage V_{sj} is the potential of negative polarity on the basis of the common electrode potential Vcom, a Coulomb force acts on the sense of the common electrode 201 to the pixel electrode 104. Thereby, with the movement direction of the electrophoresis particle 3, the force of an opposite direction is made to act, the speed of the electrophoresis particle 3 is reduced, and by the time it continues till time T_6 , the movement can be stopped completely. It adds, and during time T_6 to the time T_7 , since the common electrode potential Vcom is impressed to the pixel electrode 104, the charge accumulated at pixel capacity discharges. By this, after time T_7 , even if TFT103 of Pixel P_{ij} is turned off, electric field stop occurring in inter-electrode, and the spatial state of the electrophoresis particle 3 will be held.

[0184] By the way, if it was in the 2nd operation gestalt mentioned above, although it was made to impress the gradation voltage V_{ij} , the braking voltage V_s , and the common electrode voltage Vcom to the predetermined period in 1 level period, with the 4th operation gestalt, the gradation voltage V_{ij} and the braking voltage V_{sj} are impressed over 1 field period. That is, in this example, since a long time called the 1 field is covered and the gradation voltage V_{ij} and the braking voltage V_{sj} are impressed, the desired brightness I_{ij} can be obtained also with a low voltage value. Therefore, according to this operation gestalt, it becomes possible to drive the data-line signals X_1 - X_n by the low battery.

[0185] H: although gradation voltage was impressed to the octavus operation gestalt pan in the above-mentioned 7th operation gestalt -- this -- changing -- difference -- it is also possible to impress gradation voltage

[0186] H-1: Display drawing 35 is a timing chart which shows operation by the whole electrophoresis display concerning an octavus operation gestalt. As shown in this drawing, picture signal processing circuit 301B outputs the reset data D_{rest} to the reset period T_r . If it is in the period concerned, the electrophoresis particle 3 can draw near to the pixel electrode 104 side, and the spatial state is initialized.

[0187] next, the write-in period T_w consists of two or more unit periods -- having -- **** -- one unit period -- the difference of 1 field unit -- it consists of a gradation voltage impression period T_{dvf} , a braking voltage impression

period T_{dsf} , and a non-bias period T_{dbf} difference -- the difference outputted from picture signal processing circuit 301B if it was in the gradation voltage impression period T_{dvf} and the braking voltage impression period T_{dsf} -- image data D_d and the braking voltage data D_{ds} -- being based -- each pixel electrode 104 -- difference -- the gradation voltage V_d and the braking voltage V_s are impressed respectively. However, in these periods, the non-bias timing signal C_b is still inactive. Therefore, in these periods, the common electrode voltage V_{com} is not written in each pixel electrode 104.

[0188] On the other hand, since the non-bias timing signal C_b becomes active although data are not supplied from picture signal processing circuit 301B if it is in the non-bias period T_{bf} , if it is in the period concerned, the common electrode voltage V_{com} will be supplied to all the data lines 102. Therefore, the common electrode voltage V_{com} is written in each pixel electrode 104. Namely, if it is in this example, it sets to a selection period with a certain scanning line. the pixel electrode 104 -- difference -- during the period until it impresses the gradation voltage V_d and the scanning line concerned is chosen as a degree. Hold the gradation voltage V_d and the braking voltage V_{ds} is impressed to the pixel electrode 104 in the next selection period of the scanning line concerned. difference -- During the period until the scanning line concerned is chosen as the degree, the braking voltage V_{ds} is held and the scanning line concerned impresses the common electrode voltage V_{com} to the pixel electrode 104 in the period chosen as the degree.

[0189] Next, if it is in the maintenance period T_h , the picture which was not made to generate electric field and was written in in the last write-in period T_w between the pixel electrode 104 and the common electrode 201 is held.

[0190] (2) The write-in cyclegraph 36 is the timing chart of the electrophoresis display in write-in operation. Although write-in operation in the pixel P_{ij} of an i line j train is explained, here, of course also in other pixels, the same writing is made. Moreover, in this example, the gradation of the unit period of the just before in Pixel P_{ij} shall be 10%, and 50% of gradation shall be displayed in the present unit period. it is shown in drawing 36 -- as -- difference -- the i -th horizontal scanning period of the gradation voltage impression period T_{dvf} -- setting -- the data-line signal X_j -- difference -- it becomes the gradation voltage V_{dij} this time -- the scanning-line signal Y_i -- being active (H level) -- since it becomes -- difference -- the gradation voltage V_{dij} is written in the pixel electrode 104 of Pixel P_{ij} thereby -- the potential of the pixel electrode 104 -- time T_1 -- setting -- difference -- the gradation voltage V_{dij} -- changing -- a dispersed system 1 -- difference -- the electric field according to gradation will be impressed

[0191] moreover, the time T_2 -- setting -- the scanning-line signal Y_i -- being inactive (L level) -- since the charge is accumulated at pixel capacity although TFT103 of Pixel P_{ij} is turned off, if it becomes -- the voltage of the pixel electrode 104 -- difference -- the gradation voltage V_{dij} is maintained next -- if the scanning-line signal Y_i becomes active in the i -th horizontal scanning period of the braking voltage impression period T_{sf} -- difference -- the braking voltage V_{dsij} according to the gradation voltage V_{dij} is impressed to the pixel electrode 104. By this, when the voltage of the pixel electrode 104 continues till time T_4 , it will be in agreement with the braking voltage V_{dsij} . Furthermore, if 1 field period passes, in the i -th horizontal scanning period of the non-bias period T_{dbf} , the scanning-line signal Y_i will become active. Then, the common electrode voltage V_{com} is impressed to the pixel electrode 104.

[0192] I: Although 1 operation form of this invention was explained more than the application, application and deformation are possible for this invention in the range which is not limited to this and does not deviate from the meaning, for example, the deformation described below is possible for it.

[0193] I-1: If it was in each operation form in which the animation carried out display ****, the picture of one sheet is formed in order of a reset action and write-in operation, this is held, and it was made to perform rewriting operation if needed. Therefore, the electrophoresis display of each operation form is suitable for displaying a still picture. However, while shortening the reset period T_r , of course, you may display an animation by repeating rewriting operation periodically. When displaying an animation, it is desirable to the 1st for traverse speed to be quick to the electrophoresis particle 3. For this reason, the viscous drag of a dispersion medium 2 has a small desirable thing. In such a case, even if it suspends giving electric field to a dispersed system 1, the electrophoresis particle 3 migrates in many cases from habit. therefore, the 2nd operation form -- the [or] -- it is desirable to impress braking voltage, as 4 operation forms explained, and to attenuate movement of the electrophoresis particle 3

[0194] I-2: Although the specific gravity of the dispersion medium 2 which constitutes the refreshment period dispersed system 1, and the electrophoresis particle 3 has an equal desirable thing, it is difficult to make both specific gravity in agreement completely by restrictions and variation of a material. In such a case, once it writes in a picture and leaves this for a long time, gravity may act on the electrophoresis particle 3, and a particle may sediment and surface. Then, it is desirable to form the timer equipment shown in drawing 37 in the interior of a timing generator 400, and to carry out the rewrite of the same picture a predetermined period.

[0195] This timer equipment 410 is equipped with the timer section 411 and the comparator 412. The timer section 411 will reset the value of the duration data D_t to '0', if either becomes active among the write-in start signal W_s which

directs the usual writing, and rewrite signal Ws' while measuring in time and generating the duration data Dt. if a comparator 412 compares the conventional-time data Dref which direct the refreshment period beforehand set as the duration data Dt, the duration data Dt are compared with the conventional-time data Dref and both are in agreement -- a predetermined time -- rewrite signal Ws' which becomes active is generated

[0196] Drawing 38 is the timing chart of timer equipment 410. If the write-in start signal Ws becomes active as shown in this drawing, the duration data Dt of the timer section 411 will be reset, and measurement will be started. And if the refreshment period set beforehand passes, the duration data Dt and the conventional-time data Dref will be in agreement, and rewrite signal Ws' will become active. henceforth -- whenever a refreshment period passes, while rewrite signal Ws' becomes active -- on the way -- if it comes out and the write-in start signal Ws becomes active, measurement of a refreshment period will be started from the time -- things -- ** Thus, [0197] which can aim at refreshment of a display image by performing rewriting operation (however, the same picture) which explained obtained rewrite signal Ws' with the operation form mentioned above as a trigger I-3: Explain electronic equipment, next the electronic equipment using the electrophoresis display mentioned above.

(1) Explain the example which applied digital book **** and electrophoresis display to the digital book. Drawing 39 is the perspective diagram showing this digital book. The digital book 1000 is equipped with the electrophoresis display panel 1001, an electric power switch 1002, the 1st button 1003, the 2nd button 1004, and the CD-ROM slot 1005 in drawing.

[0198] If a user pushes an electric power switch 1002 and equips the CD-ROM slot 1005 with CD-ROM, the contents of CD-ROM will be read and a menu will be displayed on the electrophoresis display panel 1001. If a user operates the 1st button 1003 and the 2nd button 1004 and chooses desired books, the 1st page will be displayed on the electrophoresis display panel 1001. In advancing a page, it pushes the 2nd button 1004, and in returning a page, it pushes the 1st button 1003.

[0199] The display screen is updated only when the 1st button 1003 and the 2nd button 1004 are operated after displaying the contents of books if it is in this digital book 1000. As mentioned above, the electrophoresis particle 3 does not migrate, if electric field are not impressed. If it puts in another way, electric supply is unnecessary in order to maintain a display image. For this reason, only when updating the display screen, voltage is impressed to a drive circuit and the electrophoresis display panel 1001 is driven. Consequently, as compared with a liquid crystal display, power consumption is sharply reducible.

[0200] Moreover, since the display image of the electrophoresis display panel 1001 is displayed by the electrophoresis particle 3 which is a pigment particle, the display screen does not shine. Therefore, although the same display as printed matter is possible for a digital book 1000 and it reads this for a long time, it has the advantage that there is little defatigation of an eye.

[0201] (2) Explain to a personal computer the example which applied electrophoresis display to the mobile type personal computer. Drawing 40 is the perspective diagram showing the composition of this personal computer. In drawing, the computer 1200 consists of this soma 1204 equipped with the keyboard 1202, and an electrophoresis display panel 1206. Since the display image of this electrophoresis display panel 1206 is displayed by the electrophoresis particle 3 which is a pigment particle, its back light needed with a penetrated type and a transfective type liquid crystal display is unnecessary. For this reason, a computer 1200 can be formed into small lightweight and it is possible to cut down the power consumption sharply moreover.

[0202] (3) Explain to a cellular-phone pan the example which applied electrophoresis display to the cellular phone. Drawing 41 is the perspective diagram showing the composition of this cellular phone. In drawing, a cellular phone 1300 is equipped with the electrophoresis display panel 1308 with the ear piece 1304 besides two or more operation buttons 1302, and a speaker 1306. If shown in a liquid crystal display, a polarizing plate is required, and although the display screen was dark by this, the electrophoresis display panel 1308 has an unnecessary polarizing plate. For this reason, a cellular phone 1300 can display a bright and legible screen.

[0203] In addition, ***** which it explained with reference to drawing 39 - drawing 41 as electronic equipment, and also was equipped with the video tape recorder of a television monitor, an outdoor billboard, a road sign, a viewfinder type, and a monitor direct viewing type, car navigation equipment, a pager, an electronic notebook, a calculator, a word processor, the workstation, the TV phone, the POS terminal, and the touch panel is mentioned. And it cannot be overemphasized that can apply the electrophoresis display panel of each operation gestalt and the electro-optics equipment further equipped with this to these various electronic equipment.

[0204]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, the electrophoresis apparatus of active matrix form is driven and a desired picture can be displayed.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Common electrode. Two or more pixels. The pixel electrode which it has two or more switching elements connected to each pixel, and each of two or more aforementioned pixels was connected with one of the aforementioned switching elements, opened the aforementioned common electrode and distance, and countered. The dispersed system which is inserted between the aforementioned common electrode and the aforementioned pixel electrode, and contains an electrophoresis particle. Are the drive method of the electrophoresis display equipped with the above, and the 1st voltage is impressed to the aforementioned common electrode. After performing write-in operation only whose fixed time impresses the 2nd voltage to the aforementioned pixel electrode through the aforementioned switching element so that it may make the aforementioned pixel electrode and common inter-electrode produce the electric field which make the aforementioned electrophoresis child's space condition shift to the state according to the display gradation of the pixel concerned to the pixel electrode of each aforementioned pixel, It is characterized by performing non-bias operation which impresses the 1st voltage of the above to the aforementioned pixel electrode through the aforementioned switching element.

[Claim 2] The drive method of the electrophoresis display according to claim 1 characterized by performing the reset action which impresses the reset voltage which moves the aforementioned electrophoresis child to an initial valve position in advance of the aforementioned write-in operation to each aforementioned pixel electrode in the aforementioned write-in operation while impressing the voltage according to the aforementioned display gradation to each aforementioned pixel electrode as the 2nd voltage of the above.

[Claim 3] The drive method of the electrophoresis display according to claim 1 characterized by impressing the braking voltage for performing braking of the aforementioned electrophoresis child to each aforementioned pixel electrode in the aforementioned write-in operation after impressing the 2nd voltage of the above to each aforementioned pixel electrode.

[Claim 4] The drive method of the electrophoresis display according to claim 1 characterized by impressing the difference of the voltage corresponding to the display gradation before a change, and the voltage corresponding to the display gradation after a change to each aforementioned pixel electrode as the 2nd voltage of the above in the aforementioned write-in operation when switching the display screen.

[Claim 5] Two or more data lines. Two or more scanning lines which intersect two or more aforementioned data lines in two levels. Common electrode. Two or more pixel electrodes which are respectively prepared corresponding to each intersection of two or more aforementioned data lines and two or more aforementioned scanning lines, and counter with the aforementioned common electrode across a fixed gap respectively. Two or more dispersed systems which are pinched between two or more aforementioned pixel electrodes and the aforementioned common electrode, and contain an electrophoresis particle respectively, Corresponding to each intersection of two or more aforementioned data lines and two or more aforementioned scanning lines, it is prepared respectively. Two or more switching elements which each ON/OFF change control terminal is connected to the scanning line which passes the intersection concerned, and connect with the pixel electrode in which the data line which passes the intersection concerned when it is an ON state was prepared corresponding to the intersection concerned. Are the drive method of the electrophoresis display equipped with the above, and operation for the display control using two or more aforementioned scanning lines and two or more aforementioned data lines is performed using the field with a certain time length. In operation for the display control in the one field The aforementioned scanning line is chosen one by one, impressing common electrode voltage to the aforementioned common electrode. The voltage which bundles up all the switching elements connected to the scanning line concerned to the selected scanning line, and is made into an ON state is impressed. Fixed time impression of two or more pixel voltage for generating the electric field made to shift to the space state according to the display gradation aiming at the aforementioned electrophoresis child's space condition is carried out at two or more

data lines. It is characterized by impressing the voltage which bundles up all the switching elements that impressed the aforementioned common electrode voltage to two or more aforementioned data lines, and were connected to the scanning line concerned to the scanning line which carried out [aforementioned] selection, and is made into an OFF state.

[Claim 6] Respectively in the field for repeating a reset action and write-in operation by turns, and performing the aforementioned reset action using the one field In the field for being impressed by two or more aforementioned data lines by making into the aforementioned pixel voltage voltage for generating the electric field which initialize the aforementioned electrophoresis child's space condition, and performing the aforementioned write-in operation The drive method of the electrophoresis display according to claim 5 characterized by impressing the gradation voltage corresponding to the display gradation made into the purpose to two or more aforementioned data lines as the aforementioned pixel voltage.

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the decomposition perspective diagram showing the mechanical composition of the electrophoresis display panel concerning the 1st operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is the fragmentary sectional view of this panel.

[Drawing 3] It is the block diagram showing the electric composition of the electrophoresis display using this panel.

[Drawing 4] It is the cross section having simplified and shown the structure of the division cell of this panel.

[Drawing 5] It is the graph which shows an example of the relation between inter-electrode voltage and gradation concentration.

[Drawing 6] It is the block diagram of data-line drive circuit 140A of this equipment.

[Drawing 7] It is the timing chart of the scanning-line drive circuit 130 and data-line drive circuit 140A.

[Drawing 8] It is the timing chart which shows the output data of picture signal processing circuit 300A.

[Drawing 9] It is the timing chart of the electrophoresis display in a reset action.

[Drawing 10] It is the timing chart of the electrophoresis display in write-in operation.

[Drawing 11] It is a timing chart for explaining the reset action concerning the 2nd mode.

[Drawing 12] It is the timing chart which shows operation in the case of resetting two or more level lines simultaneously.

[Drawing 13] It is drawing for explaining the level line which should be rewritten.

[Drawing 14] It is drawing for explaining the reset action of a field unit.

[Drawing 15] It is the block diagram showing the electric composition of the electrophoresis panel B concerning the 5th mode.

[Drawing 16] It is the cross section having simplified and shown the structure of the division cell of electrophoresis display.

[Drawing 17] It is the block diagram concerning the 2nd operation gestalt of this invention showing the composition of picture signal processing 301A.

[Drawing 18] It is the timing chart which shows the output data of the above-mentioned picture signal processing circuit 301A.

[Drawing 19] gradation voltage and difference -- it is drawing having shown the relation with gradation voltage

[Drawing 20] It is the timing chart of the electrophoresis display in write-in operation.

[Drawing 21] It is the block diagram of picture signal processing circuit 300B used for the electrophoresis display concerning the 3rd operation gestalt of this invention.

[Drawing 22] It is the timing chart of the output data of picture signal processing circuit 300B.

[Drawing 23] It is the block diagram of data-line drive circuit 140B used for this equipment.

[Drawing 24] It is the block diagram showing the detailed composition of selection-circuitry 144B used for data-line drive circuit 140B.

[Drawing 25] It is the timing chart which shows operation of selection-circuitry 144B.

[Drawing 26] It is the timing chart of the electrophoresis display in write-in operation.

[Drawing 27] It is the block diagram of picture signal processing circuit 301B concerning the 4th operation gestalt of this invention.

[Drawing 28] It is the timing chart of the electrophoresis display in write-in operation in this example.

[Drawing 29] It is the timing chart which shows operation by the whole electrophoresis display concerning the 5th operation gestalt of this invention.

[Drawing 30] It is the timing chart of the electrophoresis display in write-in operation.

[Drawing 31] It is the timing chart which shows operation by the whole electrophoresis apparatus concerning the 6th

operation gestalt of this invention.

[Drawing 32] It is the timing chart of the electrophoresis apparatus in write-in operation in this example.

[Drawing 33] It is the timing chart which shows operation by the whole electrophoresis display concerning the 7th operation gestalt of this invention.

[Drawing 34] It is the timing chart of the electrophoresis display in write-in operation.

[Drawing 35] It is the timing chart which shows operation by the whole electrophoresis apparatus concerning the octavus operation gestalt of this invention.

[Drawing 36] It is the timing chart of the electrophoresis apparatus in write-in operation of this example.

[Drawing 37] It is the block diagram of timer equipment.

[Drawing 38] It is the timing chart which shows operation of this timer equipment.

[Drawing 39] It is the general-view perspective diagram of an example slack digital book of electronic equipment.

[Drawing 40] It is the general-view perspective diagram of an example slack personal computer of electronic equipment.

[Drawing 41] It is the general-view perspective diagram of an example slack cellular phone of electronic equipment.

[Description of Notations]

1 Dispersed system

2 Dispersion medium

3 Electrophoresis particle

A Electrophoresis display panel

101 Scanning line

102 Data line

103 TFT (switching element)

104 Pixel electrode

201 Common electrode

Vij Gradation voltage

Vdij difference -- gradation voltage

Vs Braking voltage

Y1-Ym Scanning-line signal

X1-Xn Data-line signal

130 Scanning-line drive circuit (scanning-line mechanical component)

140A, 140B Data-line drive circuit (data-line mechanical component)

[Translation done.]

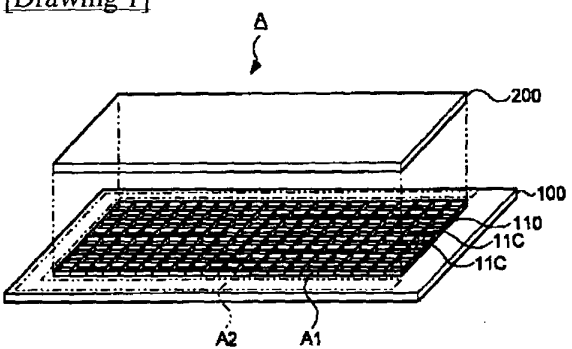
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

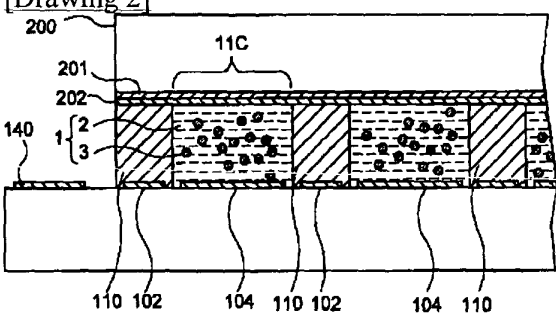
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

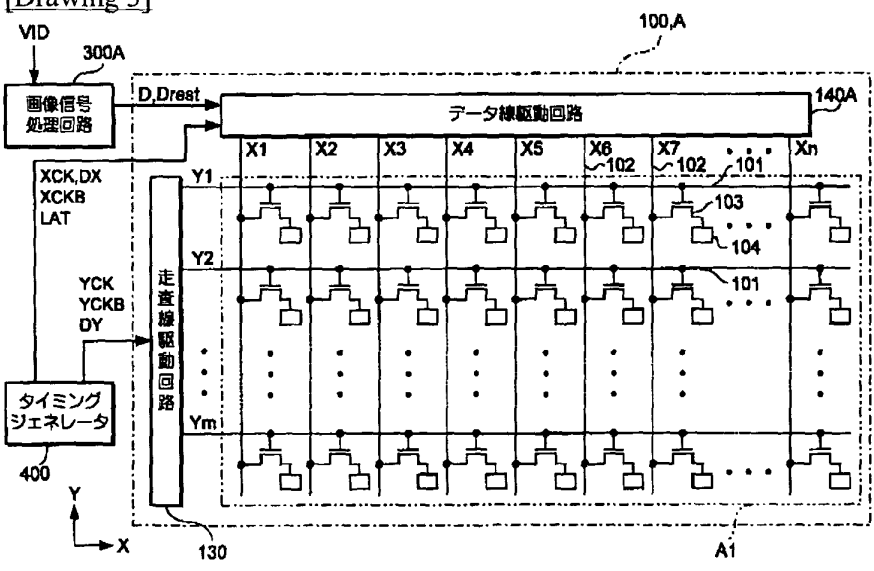
[Drawing 1]



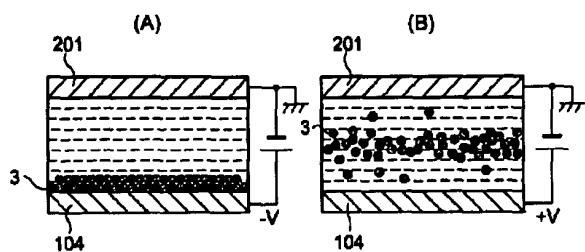
[Drawing 2]



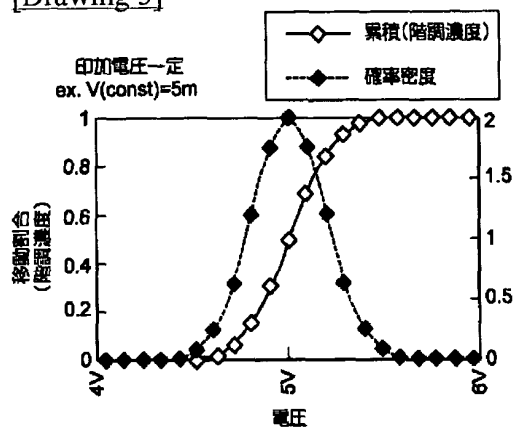
[Drawing 3]



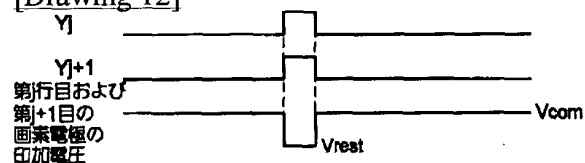
[Drawing 4]



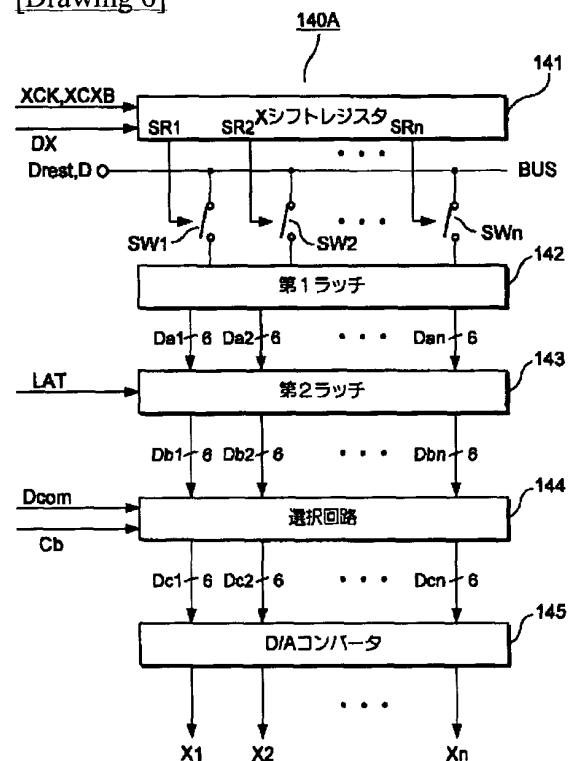
[Drawing 5]



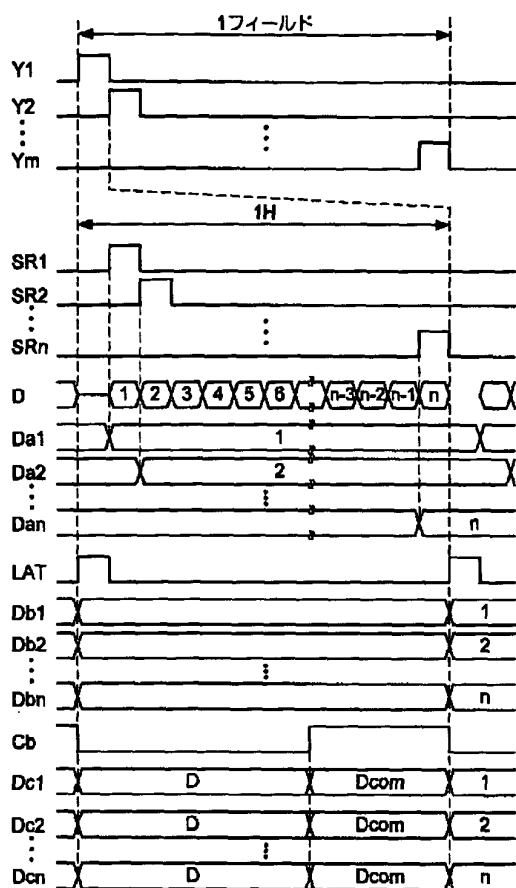
[Drawing 12]



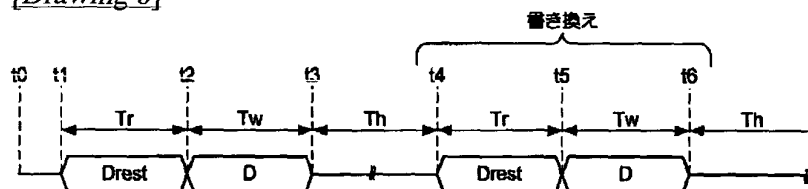
[Drawing 6]



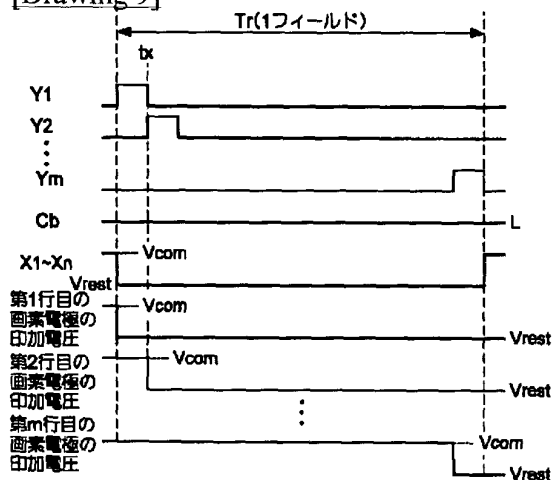
[Drawing 7]



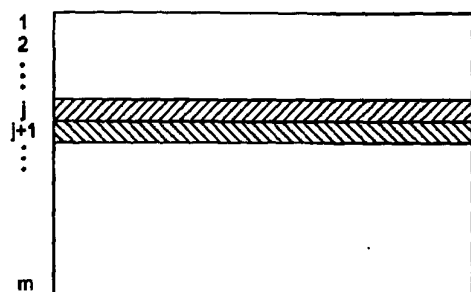
[Drawing 8]



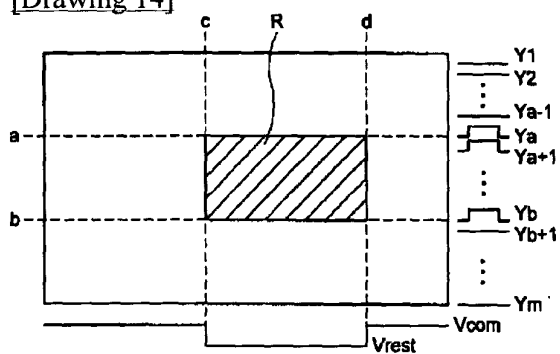
[Drawing 9]



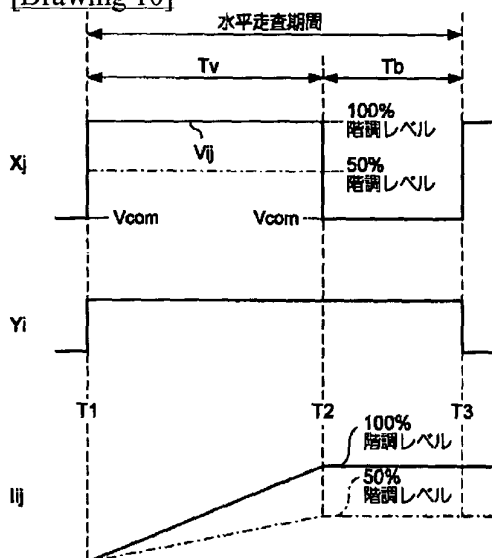
[Drawing 13]



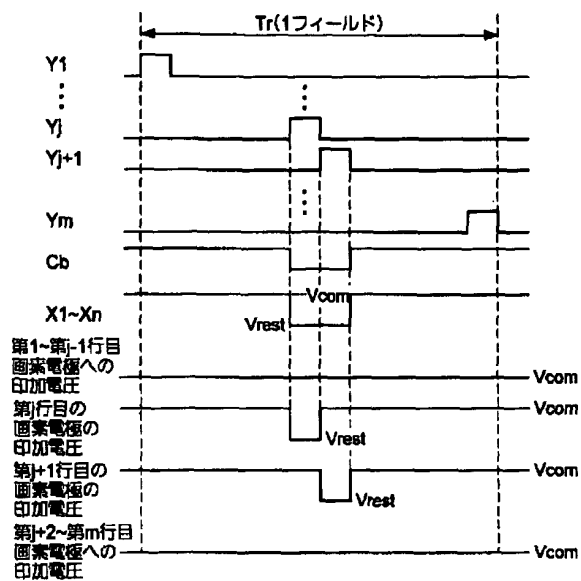
[Drawing 14]



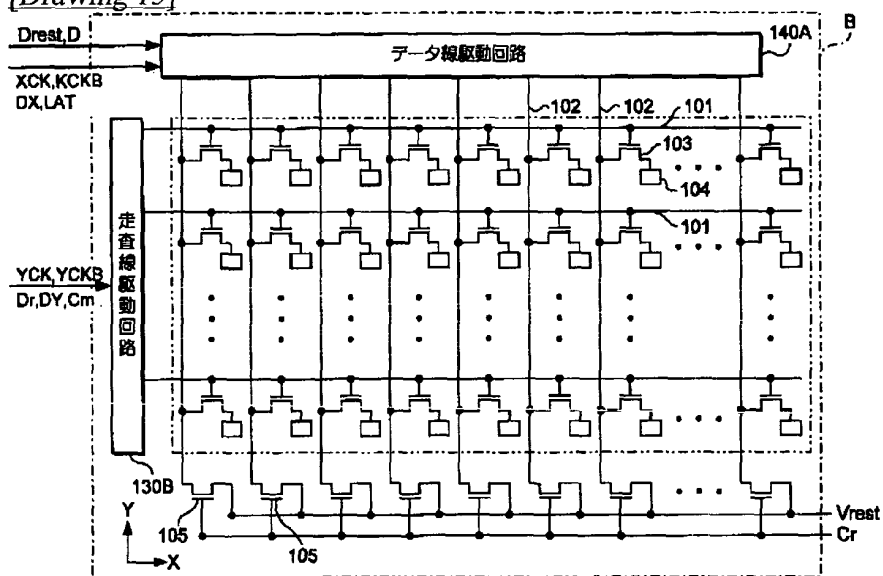
[Drawing 10]



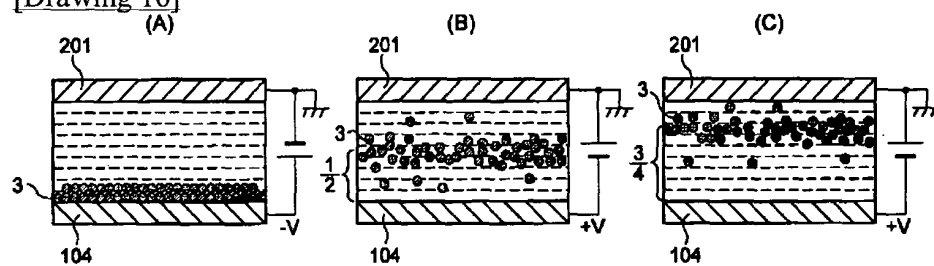
[Drawing 11]



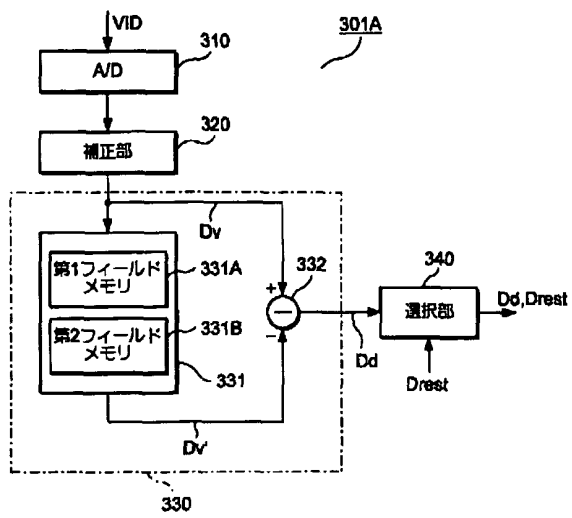
[Drawing 15]



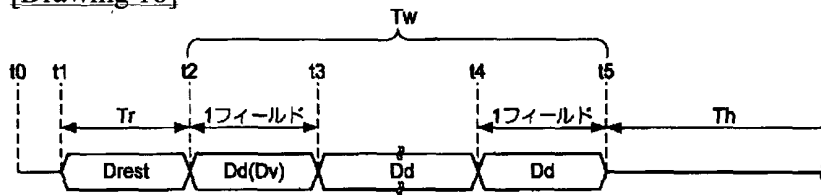
[Drawing 16]



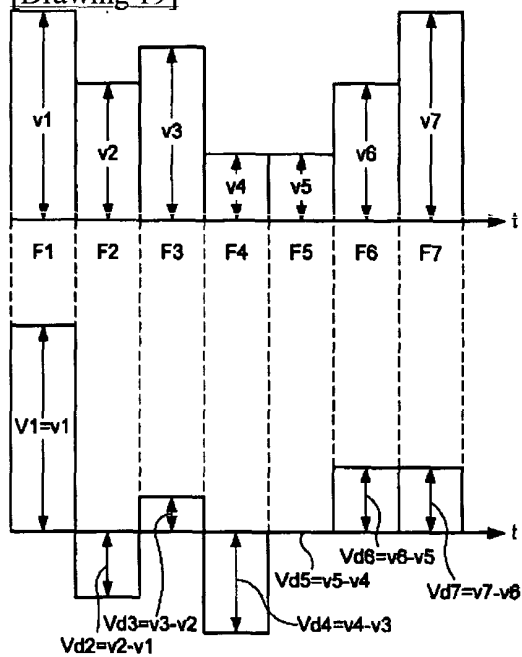
[Drawing 17]



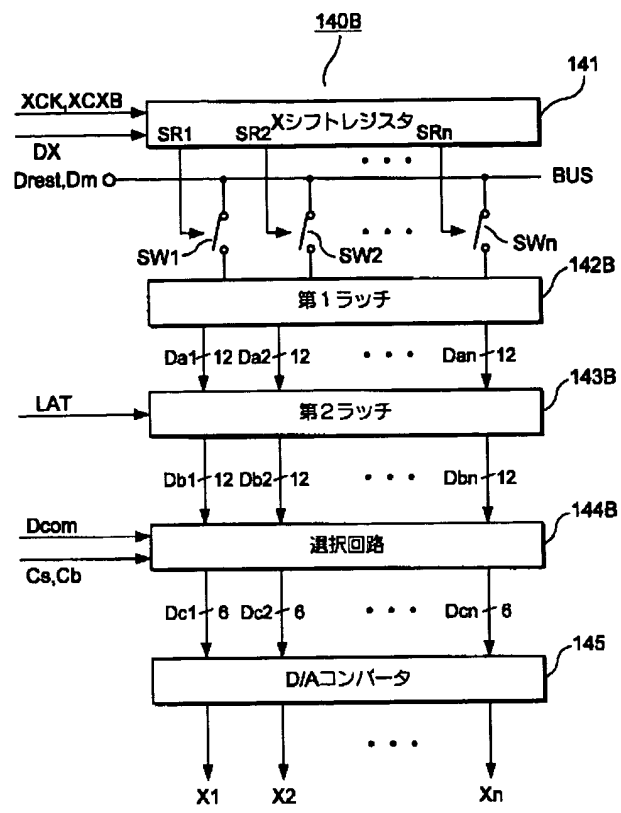
[Drawing 18]



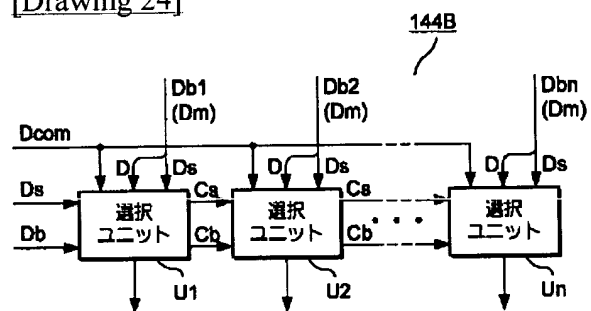
[Drawing 19]



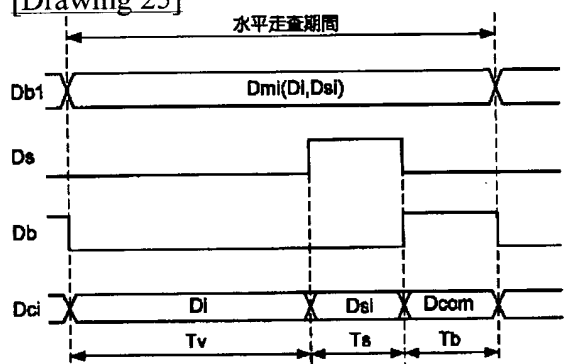
[Drawing 20]



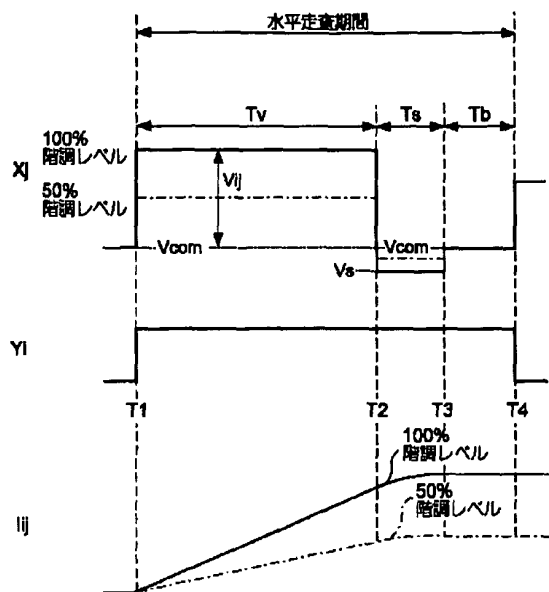
[Drawing 24]



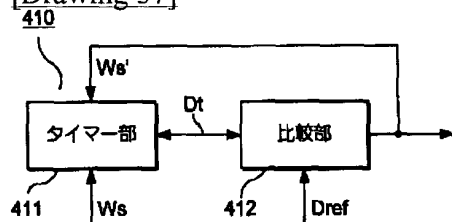
[Drawing 25]



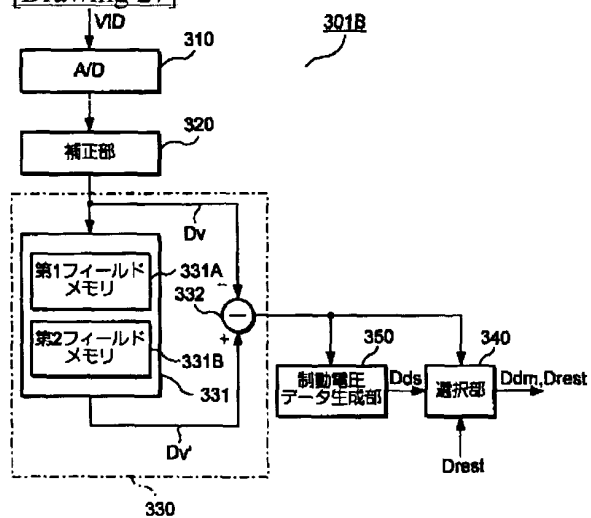
[Drawing 26]



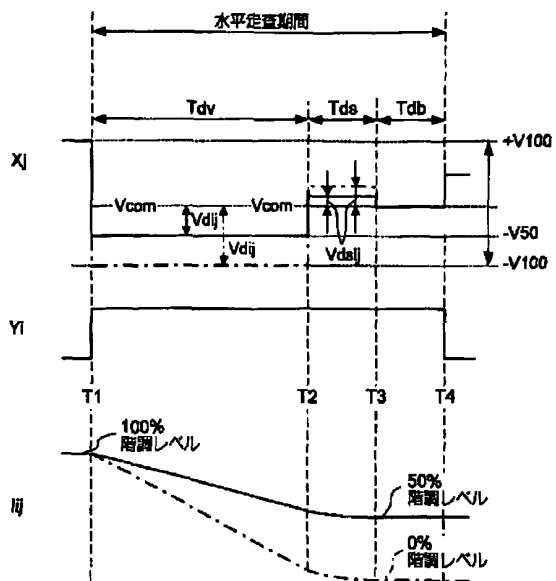
[Drawing 37]



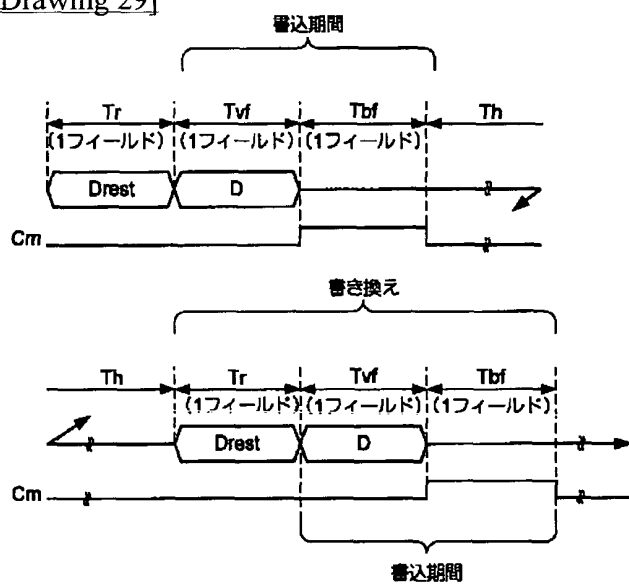
[Drawing 27]



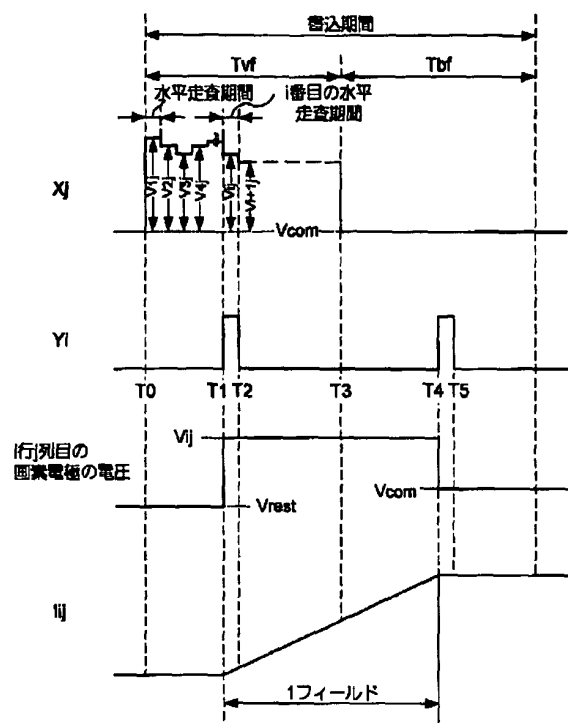
[Drawing 28]



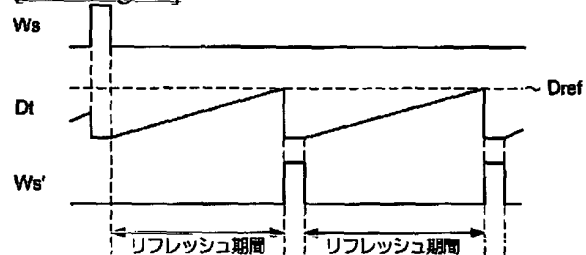
[Drawing 29]



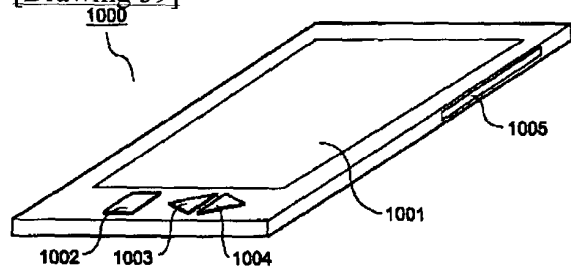
[Drawing 30]



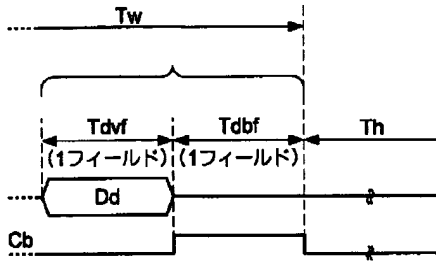
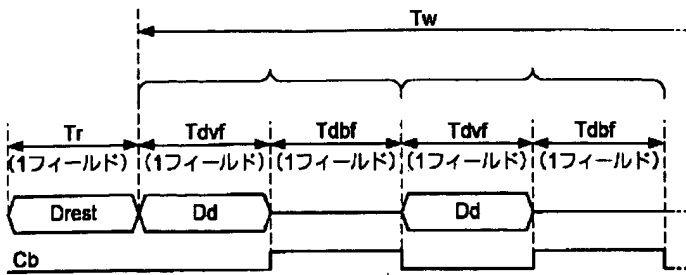
[Drawing 38]



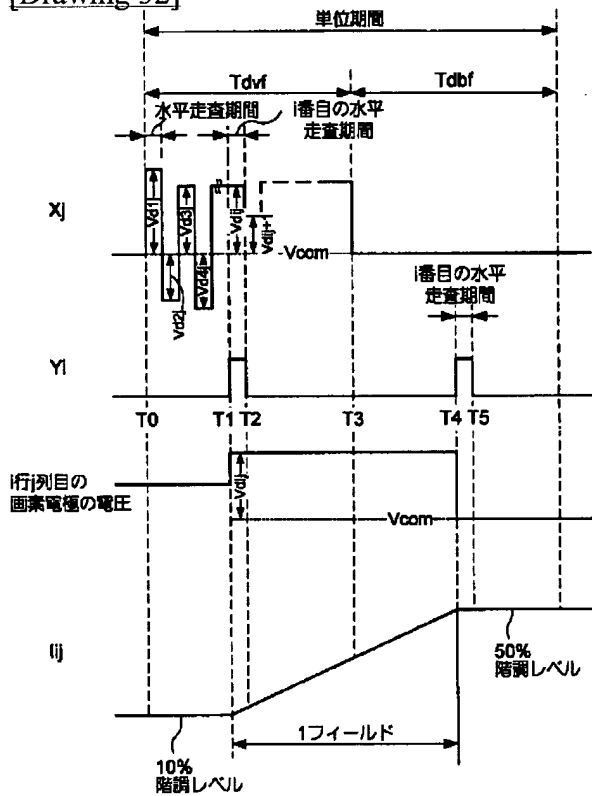
[Drawing 39]



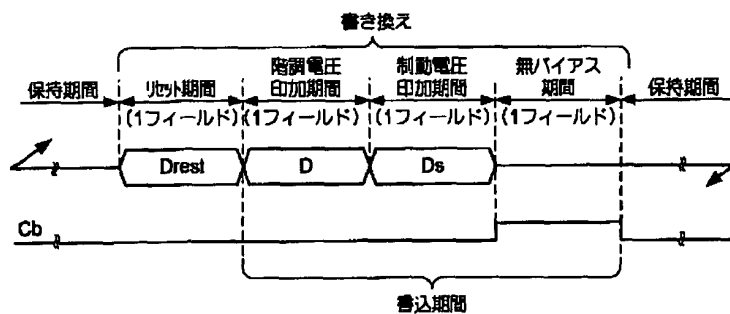
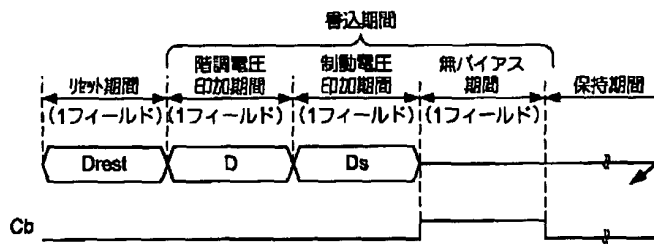
[Drawing 31]



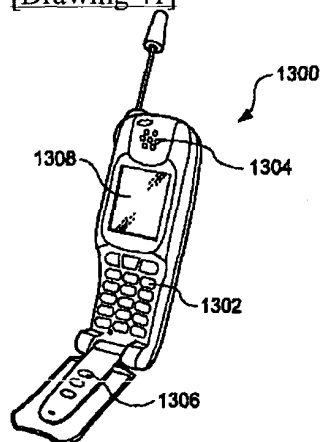
[Drawing 32]



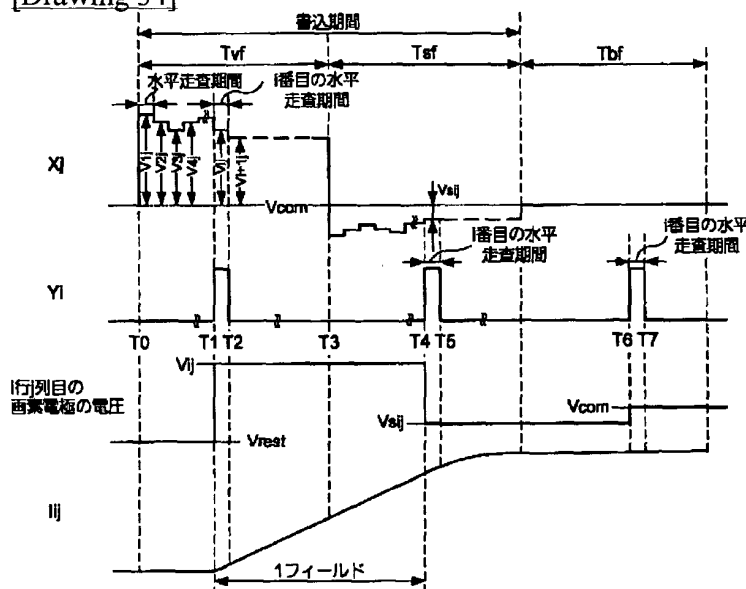
[Drawing 33]



[Drawing 41]



[Drawing 34]



[Drawing 35]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-116734

(P2002-116734A)

(43)公開日 平成14年4月19日(2002.4.19)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト*(参考)
G 0 9 G 3/34		G 0 9 G 3/34	C 5 C 0 8 0
G 0 2 F 1/167		G 0 2 F 1/167	
G 0 9 G 3/20	6 2 4	G 0 9 G 3/20	6 2 4 B
	6 4 1		6 4 1 C

審査請求 未請求 請求項の数29 O L (全 33 頁)

(21)出願番号 特願2001-187279(P2001-187279)
(22)出願日 平成13年6月20日(2001.6.20)
(31)優先権主張番号 特願2000-187922(P2000-187922)
(32)優先日 平成12年6月22日(2000.6.22)
(33)優先権主張国 日本(J P)
(31)優先権主張番号 特願2000-236197(P2000-236197)
(32)優先日 平成12年8月3日(2000.8.3)
(33)優先権主張国 日本(J P)

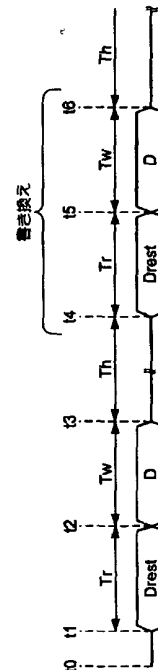
(71)出願人 000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(72)発明者 片瀬 誠
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
(74)代理人 100098084
弁理士 川▲崎▼ 研二
Fターム(参考) 5C080 AA13 BB05 DD03 EE29 FF11
JJ02 JJ04 JJ06 KK07

(54)【発明の名称】 電気泳動表示装置の駆動方法、駆動回路、電気泳動表示装置および電子機器

(57)【要約】

【課題】アクティブマトリックス形式の電気泳動表示装置を駆動する。

【解決手段】リセット期間 T_r にあつては、各画素電極にリセット電圧を書き込む。次に、書込期間にあつては、画像データの指示する階調値に応じた期間だけ、各画素電極に印加電圧を印加する。この後、各画素電極に共通電極電圧を書き込む。これにより、画素容量に蓄積された電荷を放電し、分散系に電界を作用させるようにする。この後、表示画像を保持する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 共通電極と、複数の画素と、各画素に接続された複数のスイッチング素子とを有し、前記複数の画素の各々が、前記スイッチング素子の 1 つと接続され、前記共通電極と距離とをあけて対向した画素電極と、前記共通電極と前記画素電極との間に挟まれ、電気泳動粒子を含有する分散系とを有する電気泳動装置の駆動方法であって、
前記共通電極に第 1 電圧を印加し、
前記各画素の画素電極に対し、前記電気泳動子の空間状態を当該画素の表示階調に応じた状態に移行させる電界を前記画素電極および共通電極間に生じさせるように一定時間だけ第 2 電圧を前記スイッチング素子を介して前記画素電極に印加する書込動作を行った後、
前記スイッチング素子を介して前記画素電極に前記第 1 電圧を印加する無バイアス動作を行うことを特徴とする電気泳動表示装置の駆動方法。

【請求項 2】 前記書込動作では、前記第 2 電圧として、前記表示階調に応じた電圧を前記各画素電極に印加するとともに、前記書込動作に先立ち、前記電気泳動子を初期位置に移動させるリセット電圧を前記各画素電極に印加するリセット動作を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の電気泳動表示装置の駆動方法。

【請求項 3】 前記書込動作では、前記各画素電極に前記第 2 電圧を印加した後、前記電気泳動子の制動を行うための制動電圧を前記各画素電極に印加することを特徴とする請求項 1 に記載の電気泳動表示装置の駆動方法。

【請求項 4】 表示画面の切換を行うとき、前記書込動作では、前記第 2 電圧として、切換前の表示階調に対応した電圧と切換後の表示階調に対応した電圧の差分を前記各画素電極に印加することを特徴とする請求項 1 に記載の電気泳動表示装置の駆動方法。

【請求項 5】 複数のデータ線と、前記複数のデータ線と立体交差する複数の走査線と、共通電極と、前記複数のデータ線と前記複数の走査線との各交差部に対応して各々設けられ、各々一定の間隔を挟んで前記共通電極と対向する複数の画素電極と、前記複数の画素電極と前記共通電極との間に挟持され、電気泳動粒子を各々含有する複数の分散系と、前記複数のデータ線と前記複数の走査線との各交差部に対応して各々設けられ、当該交差部を通過する走査線に各々のオン／オフ切換制御端子が接続され、オン状態であるときに当該交差部を通過するデータ線を当該交差部に対応して設けられた画素電極に接続する複数のスイッチング素子とを有する電気泳動表示装置の駆動方法であって、

ある時間長を持ったフィールドを利用して前記複数の走査線および前記複数のデータ線を用いた表示制御のための動作を行い、1 つのフィールド内の表示制御のための動作では、

前記共通電極に共通電極電圧を印加しながら、前記走査

線を順次選択し、

選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオン状態にする電圧を印加し、

前記電気泳動子の空間状態を目的とする表示階調に応じた空間状態に移行させる電界を発生するための複数の画素電圧を複数のデータ線に一定時間印加し、

前記複数のデータ線に前記共通電極電圧を印加し、

前記選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオフ状態にする電圧を印加することを特徴とする電気泳動表示装置の駆動方法。

【請求項 6】 各々 1 つのフィールドを利用して、リセット動作と、書込動作とを交互に繰り返し、

前記リセット動作を行うためのフィールドでは、前記電気泳動子の空間状態を初期化する電界を発生するための電圧を前記画素電圧として前記複数のデータ線に印加し、

前記書込動作を行うためのフィールドでは、前記画素電圧として、目的とする表示階調に対応した階調電圧を前記複数のデータ線に印加することを特徴とする請求項 5 に記載の電気泳動表示装置の駆動方法。

【請求項 7】 表示画像の切換が行われるとき、切換前後において表示階調の変化した画素に対応した画素電極のみを対象として、前記リセット動作および前記書込動作を実施することを特徴とする請求項 6 に記載の電気泳動表示装置の駆動方法。

【請求項 8】 複数の走査線を同時に選択し、かつ、複数のデータ線に前記初期化のための電圧を印加して、複数の画素電極に同時に前記初期化のための電圧を印加することを特徴とする請求項 7 に記載の電気泳動表示装置の駆動方法。

【請求項 9】 前記複数の画素電圧を複数のデータ線に印加した後、前記電気泳動子の制動を行う電界を発生する複数の制動電圧を前記複数のデータ線に印加する請求項 5 に記載の電気泳動表示装置の駆動方法。

【請求項 10】 1 つのフィールドを利用してリセット動作を行った後、後続のフィールドを利用して書込動作を繰り返し、

前記リセット動作を行うためのフィールドでは、前記電気泳動子の空間状態を初期化する電界を発生するための電圧として前記画素電圧として前記複数のデータ線に印加し、

前記書込動作を行うためのフィールドでは、前記画素電圧として、前回の書込動作により得られた表示階調に対応した階調電圧と目的とする表示階調に対応した階調電圧との差電圧を前記複数のデータ線に印加することを特徴とする請求項 5 に記載の電気泳動表示装置の駆動方法。

【請求項 11】 前記複数の画素電圧を複数のデータ線

に印加した後、前記電気泳動子の制動を行う電界を発生する複数の制動電圧を前記複数のデータ線に印加する請求項 10 に記載の電気泳動表示装置の駆動方法。

【請求項 12】 複数のデータ線と、前記複数のデータ線と立体交差する複数の走査線と、共通電極と、前記複数のデータ線と前記複数の走査線との各交差部に対応して各々設けられ、各々一定の間隔を挟んで前記共通電極と対向する複数の画素電極と、前記複数の画素電極と前記共通電極との間に挟持され、電気泳動粒子を各々含有する複数の分散系と、前記複数のデータ線と前記複数の走査線との各交差部に対応して各々設けられ、当該交差部を通過する走査線に各々のオン／オフ切換制御端子が接続され、オン状態であるときに当該交差部を通過するデータ線を当該交差部に対応して設けられた画素電極に接続する複数のスイッチング素子とを有する電気泳動表示装置の駆動方法であって、

ある時間長を持ったフィールドを各々利用して、画像表示の制御のためのリセット動作、書込動作および保持動作を行い、

前記リセット動作のためのフィールドでは、

前記共通電極に共通電極電圧を印加しながら、前記走査線を順次選択し、選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオン状態にする電圧を印加し、

前記電気泳動子の空間状態を初期化する電界を発生するための複数の画素電圧を複数のデータ線に印加した後、前記選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオフ状態にする電圧を印加し、

前記書込動作のためのフィールドでは、

前記共通電極に共通電極電圧を印加しながら、前記走査線を順次選択し、選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオン状態にする電圧を印加し、

複数の階調電圧を前記複数のデータ線に印加した後、前記選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオフ状態にする電圧を印加し、

前記保持動作のためのフィールドでは、

前記共通電極に共通電極電圧を印加しながら、前記走査線を順次選択し、選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオン状態にする電圧を印加し、

前記共通電極電圧を前記複数のデータ線に印加した後、前記選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオフ状態にする電圧を印加することを特徴とする電気泳動表示装置の駆動方法。

【請求項 13】 前記書込動作のためのフィールドの後、前記保持動作を実行する前に、1つのフィールドを

利用して、前記電気泳動子の制動を行う電界を発生する複数の制動電圧を前記複数のデータ線に印加することを特徴とする請求項 12 に記載の電気泳動表示装置の駆動方法。

【請求項 14】 前記書込動作を行った後、一定の基準時間が経過したときに、前記リセット動作、書込動作および保持動作を行うことを特徴とする請求項 12 に記載の電気泳動表示装置の駆動方法。

【請求項 15】 複数のデータ線と、前記複数のデータ線と立体交差する複数の走査線と、共通電極と、前記複数のデータ線と前記複数の走査線との各交差部に対応して各々設けられ、各々一定の間隔を挟んで前記共通電極と対向する複数の画素電極と、前記複数の画素電極と前記共通電極との間に挟持され、電気泳動粒子を各々含有する複数の分散系と、前記複数のデータ線と前記複数の走査線との各交差部に対応して各々設けられ、当該交差部を通過する走査線に各々のオン／オフ切換制御端子が接続され、オン状態であるときに当該交差部を通過するデータ線を当該交差部に対応して設けられた画素電極に接続する複数のスイッチング素子とを有する電気泳動表示装置の駆動方法であって、

ある時間長を持ったフィールドを各々利用して、リセット動作を実行した後、書込動作および保持動作を行い、前記リセット動作のためのフィールドでは、

前記共通電極に共通電極電圧を印加しながら、前記走査線を順次選択し、選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオン状態にする電圧を印加し、

前記電気泳動子の空間状態を初期化する電界を発生するための複数の画素電圧を複数のデータ線に印加した後、前記選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオフ状態にする電圧を印加し、

前記書込動作のためのフィールドでは、

前記共通電極に共通電極電圧を印加しながら、前記走査線を順次選択し、選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオン状態にする電圧を印加し、

目的とする表示階調に対応した階調電圧と前回の書込動作において得られた表示階調に対応した階調電圧との差電圧を複数のデータ線に印加した後、前記選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオフ状態にする電圧を印加し、

前記保持動作のためのフィールドでは、

前記共通電極に共通電極電圧を印加しながら、前記走査線を順次選択し、選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオン状態にする電圧を印加し、

前記共通電極電圧を前記複数のデータ線に印加した後、前記選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全

てのスイッチング素子を一括してオフ状態にする電圧を印加することを特徴とする電気泳動表示装置の駆動方法。

【請求項 16】 前記書込動作のためのフィールドの後、前記保持動作を実行する前に、1つのフィールドを利用して、前記電気泳動子の制動を行う電界を発生する複数の制動電圧を前記複数のデータ線に印加することを特徴とする請求項 15 に記載の電気泳動表示装置の駆動方法。

【請求項 17】 複数のデータ線と、前記複数のデータ線と立体交差する複数の走査線と、共通電極と、前記複数のデータ線と前記複数の走査線との各交差部に対応して各々設けられ、各々一定の間隔を挟んで前記共通電極と対向する複数の画素電極と、前記複数の画素電極と前記共通電極との間に挟持され、電気泳動粒子を各々含有する複数の分散系と、前記複数のデータ線と前記複数の走査線との各交差部に対応して各々設けられ、当該交差部を通過する走査線に各々のオン/オフ切換制御端子が接続され、オン状態であるときに当該交差部を通過するデータ線を当該交差部に対応して設けられた画素電極に接続する複数のスイッチング素子とを有する電気泳動表示装置の駆動回路であって、

前記共通電極に共通電極電圧を印加する印加部と、前記走査線を順次選択し、選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオン状態にする電圧を一定期間印加した後、前記選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオフ状態にする電圧を印加する走査線駆動部と、

1本の走査線が選択され、当該走査線に対し、前記スイッチング素子を一括してオン状態にする電圧が印加される期間内に、前記電気泳動子の空間状態を目的とする表示階調に応じた空間状態に移行させる電界を発生するための複数の画素電圧を複数のデータ線に一定時間印加した後、前記複数のデータ線に前記共通電極電圧を印加するデータ線駆動部と、を具備することを特徴とする電気泳動表示装置の駆動回路。

【請求項 18】 前記駆動回路は、各々 1つのフィールドを利用して、リセット動作と、書込動作とを交互に繰り返すものであり、前記リセット動作を行うためのフィールドでは、前記データ線駆動部は、前記電気泳動子の空間状態を初期化する電界を発生するための複数の画素電圧を前記複数のデータ線に印加し、前記書込動作を行うためのフィールドでは、前記データ線駆動部は、前記画素電圧として、目的とする表示階調に対応した階調電圧を前記複数のデータ線に印加することを特徴とする請求項 17 に記載の電気泳動表示装置の駆動回路。

【請求項 19】 前記データ線駆動部は、前記複数の画素電圧を複数のデータ線に印加した後、前記電気泳動子の制動を行う電界を発生する複数の制動電圧を前記複数のデータ線に印加することを特徴とする請求項 17 に記載の電気泳動表示装置の駆動回路。

【請求項 20】 前記データ線駆動部は、前記制動電圧として、前記画素電圧に応じた大きさの電圧を生成する請求項 19 に記載の電気泳動表示装置の駆動回路。

【請求項 21】 前記駆動回路は、1つのフィールドを利用してリセット動作を行った後、後続のフィールドを利用して書込動作を繰り返すものであり、前記リセット動作を行うためのフィールドでは、前記データ線駆動回路は、前記電気泳動子の空間状態を初期化する電界を発生するための複数の画素電圧を前記複数のデータ線に印加し、前記書込動作を行うためのフィールドでは、前記データ線駆動回路は、前記画素電圧として、前回の書込動作により得られた表示階調に対応した階調電圧と目的とする表示階調に対応した階調電圧との差電圧を前記複数のデータ線に印加することを特徴とする請求項 17 に記載の電気泳動表示装置の駆動回路。

【請求項 22】 前記データ線駆動部は、前記複数の画素電圧を複数のデータ線に印加した後、前記電気泳動子の制動を行う電界を発生する複数の制動電圧を前記複数のデータ線に印加する請求項 21 に記載の電気泳動表示装置の駆動回路。

【請求項 23】 複数のデータ線と、前記複数のデータ線と立体交差する複数の走査線と、共通電極と、前記複数のデータ線と前記複数の走査線との各交差部に対応して各々設けられ、各々一定の間隔を挟んで前記共通電極と対向する複数の画素電極と、前記複数の画素電極と前記共通電極との間に挟持され、電気泳動粒子を各々含有する複数の分散系と、前記複数のデータ線と前記複数の走査線との各交差部に対応して各々設けられ、当該交差部を通過する走査線に各々のオン/オフ切換制御端子が接続され、オン状態であるときに当該交差部を通過するデータ線を当該交差部に対応して設けられた画素電極に接続する複数のスイッチング素子とを有する電気泳動表示装置の駆動回路であって、

前記共通電極に共通電極電圧を印加する印加部と、前記走査線を順次選択し、選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオン状態にする電圧を一定期間印加した後、前記選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオフ状態にする電圧を印加する走査線駆動部と、

1本の走査線が選択され、当該走査線に対し、前記スイッチング素子を一括してオン状態にする電圧が印加される期間内に、前記電気泳動子の空間状態を目的とする表示階調に応じた空間状態に移行させる電界を発生するた

めの複数の画素電圧を複数のデータ線に印加するデータ線駆動部とを具備し、

前記駆動回路は、ある時間長を持ったフィールドを各々利用して、画像表示の制御のためのリセット動作、書込動作および保持動作を繰り返すものであり、

前記データ線駆動部は、前記リセット動作のためのフィールドでは、前記電気泳動子の空間状態を初期化する電界を発生するための電圧を前記画素電圧として複数のデータ線に印加し、前記書込動作のためのフィールドでは、複数の階調電圧を前記画素電圧として前記複数のデータ線に印加し、前記保持動作のためのフィールドでは、前記共通電極電圧を前記画素電圧として前記複数のデータ線に印加することを特徴とする電気泳動表示装置の駆動回路。

【請求項 24】 前記データ線駆動部は、前記書込動作のためのフィールドの後、前記保持動作を実行する前に、1つのフィールドを利用して、前記電気泳動子の制動を行う電界を発生する複数の制動電圧を前記画素電圧として前記複数のデータ線に印加することを特徴とする請求項 23 に記載の電気泳動表示装置の駆動回路。

【請求項 25】 複数のデータ線と、前記複数のデータ線と立体交差する複数の走査線と、共通電極と、前記複数のデータ線と前記複数の走査線との各交差部に対応して各々設けられ、各々一定の間隔を挟んで前記共通電極と対向する複数の画素電極と、前記複数の画素電極と前記共通電極との間に挟持され、電気泳動粒子を各々含有する複数の分散系と、前記複数のデータ線と前記複数の走査線との各交差部に対応して各々設けられ、当該交差部を通過する走査線に各々のオン／オフ切換制御端子が接続され、オン状態であるときに当該交差部を通過するデータ線を当該交差部に対応して設けられた画素電極に接続する複数のスイッチング素子とを有する電気泳動表示装置の駆動回路であって、

前記共通電極に共通電極電圧を印加する印加部と、

前記走査線を順次選択し、選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオン状態にする電圧を一定期間印加した後、前記選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオフ状態にする電圧を印加する走査線駆動部と、

1本の走査線が選択され、当該走査線に対し、前記スイッチング素子を一括してオン状態にする電圧が印加される期間内に、前記電気泳動子の空間状態を目的とする表示階調に応じた空間状態に移行させる電界を発生するための複数の画素電圧を複数のデータ線に印加するデータ線駆動部とを具備し、

前記駆動回路は、ある時間長を持ったフィールドを各々利用して、リセット動作を実行した後、書込動作および保持動作を交互に繰り返すものであり、

前記データ線駆動部は、前記リセット動作のためのフィ

ールドでは、前記電気泳動子の空間状態を初期化する電界を発生するための電圧を前記画素電圧として前記複数のデータ線に印加し、前記書込動作のためのフィールドでは、目的とする表示階調に対応した階調電圧を前回の書込動作において得られた表示階調に対応した階調電圧との差電圧を前記画素電圧として前記複数のデータ線に印加し、前記保持動作のためのフィールドでは、前記共通電極電圧を前記画素電圧として前記複数のデータ線に印加することを特徴とする電気泳動表示装置の駆動回路。

【請求項 26】 前記データ線駆動部は、前記書込動作のためのフィールドの後、前記保持動作を実行する前に、1つのフィールドを利用して、前記電気泳動子の制動を行う電界を発生する複数の制動電圧を前記画素電圧として前記複数のデータ線に印加することを特徴とする請求項 25 に記載の電気泳動表示装置の駆動回路。

【請求項 27】 定期的に前記リセット動作を繰り返すことを特徴とする請求項 25 に記載の電気泳動表示装置の駆動回路。

【請求項 28】 複数のデータ線と、前記複数のデータ線と立体交差する複数の走査線と、共通電極と、前記複数のデータ線と前記複数の走査線との各交差部に対応して各々設けられ、各々一定の間隔を挟んで前記共通電極と対向する複数の画素電極と、前記複数の画素電極と前記共通電極との間に挟持され、電気泳動粒子を各々含有する複数の分散系と、前記複数のデータ線と前記複数の走査線との各交差部に対応して各々設けられ、当該交差部を通過する走査線に各々のオン／オフ切換制御端子が接続され、オン状態であるときに当該交差部を通過するデータ線を当該交差部に対応して設けられた画素電極に接続する複数のスイッチング素子とを有する電気泳動表示パネルと、

前記共通電極に共通電極電圧を印加する印加部と、

前記走査線を順次選択し、選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオン状態にする電圧を一定期間印加した後、前記選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオフ状態にする電圧を印加する走査線駆動部と、

1本の走査線が選択され、当該走査線に対し、前記スイッチング素子を一括してオン状態にする電圧が印加される期間内に、前記電気泳動子の空間状態を目的とする表示階調に応じた空間状態に移行させる電界を発生するための複数の画素電圧を複数のデータ線に一定時間印加した後、前記複数のデータ線に前記共通電極電圧を印加するデータ線駆動部と、

を具備することを特徴とする電気泳動表示装置。

【請求項 29】 複数のデータ線と、前記複数のデータ線と立体交差する複数の走査線と、共通電極と、前記複数のデータ線と前記複数の走査線との各交差部に対応し

て各々設けられ、各々一定の間隔を挟んで前記共通電極と対向する複数の画素電極と、前記複数の画素電極と前記共通電極との間に挟持され、電気泳動粒子を各々含有する複数の分散系と、前記複数のデータ線と前記複数の走査線との各交差部に対応して各々設けられ、当該交差部を通過する走査線に各々のオン／オフ切換制御端子が接続され、オン状態であるときに当該交差部を通過するデータ線を当該交差部に対応して設けられた画素電極に接続する複数のスイッチング素子とを有する電気泳動表示パネルと、

前記共通電極に共通電極電圧を印加する印加部と、前記走査線を順次選択し、選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオン状態にする電圧を一定期間印加した後、前記選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオフ状態にする電圧を印加する走査線駆動部と、

1本の走査線が選択され、当該走査線に対し、前記スイッチング素子を一括してオン状態にする電圧が印加される期間内に、前記電気泳動粒子の空間状態を目的とする表示階調に応じた空間状態に移行させる電界を発生するための複数の画素電圧を複数のデータ線に一定時間印加した後、前記複数のデータ線に前記共通電極電圧を印加するデータ線駆動部と、を具備する電気泳動表示装置を表示部として備えたことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電気泳動粒子を含有する分散系を有する電気泳動表示装置並びにその駆動方法、駆動回路および電子機器に関する。

【0002】

【従来の技術】非発光型の表示デバイスとして、電気泳動現象を利用した電気泳動表示装置が知られている。電気泳動現象は、液体中（分散媒）に微粒子（電気泳動粒子）を分散させた分散系に電界を印加したときに、微粒子が移動する現象である。基本的に、電気泳動表示装置は、一定間隔を隔てて対向した1対の電極と、これらの電極間に封入された分散系とを有している。そして、両電極間に電位差を与えると、帯電した電気泳動粒子が、電界の方向に応じてどちらか一方の電極に引き付けられることになる。ここで、分散媒を染料で染色するとともに電気泳動粒子を顔料粒子で構成すれば、観測者には、電気泳動粒子の色または染料の色が見えることになる。

【0003】

【発明が課題しようとする課題】しかしながら、アクティブマトリックス形式の電気泳動表示装置については、従来例がなく、その駆動方法や駆動回路については知られていない。

【0004】本発明は上述した事情に鑑みてなされたも

のであり、その目的は、アクティブマトリックス形式の電気泳動表示装置の駆動方法、駆動回路および電子機器を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は、共通電極と、複数の画素と、各画素に接続された複数のスイッチング素子とを有し、前記複数の画素の各々が、前記スイッチング素子の1つと接続され、前記共通電極と距離とをあけて対向した画素電極と、前記共通電極と前記画素電極との間に挟まれ、電気泳動粒子を含有する分散系とを有する電気泳動装置の駆動方法であって、前記共通電極に第1電圧を印加し、前記各画素の画素電極に対し、前記電気泳動粒子の空間状態を当該画素の表示階調に応じた状態に移行させる電界を前記画素電極および共通電極間に生じさせるように一定時間だけ第2電圧を前記スイッチング素子を介して前記画素電極に印加する書込動作を行った後、前記スイッチング素子を介して前記画素電極に前記第1電圧を印加する無バイアス動作を行うことを特徴とする電気泳動表示装置の駆動方法を提供する。

【0006】この発明によれば、画素電極に第2電圧を供給すると、分散系に電界が印加され、電気泳動粒子にクローン力が作用して、その空間的な状態が変化する。次に、画素電極に第1電圧を供給することによって、電極間の電位差はゼロになる。そして、スイッチング素子をオフにすると、電気泳動粒子の空間的な状態が固定され、この電気泳動粒子の空間状態によって表される表示画像が固定される。

【0007】好ましい態様において、前記書込動作では、前記第2電圧として、前記表示階調に応じた電圧を前記画素電極に印加するとともに、前記書込動作に先立ち、前記電気泳動粒子を初期位置に移動させるリセット電圧を前記画素電極に印加するリセット動作を行う。

【0008】また、別の好ましい態様において、前記書込動作では、前記画素電極に前記第2電圧を印加した後、前記電気泳動粒子の制動を行うための制動電圧を前記画素電極に印加する。

【0009】例えば、分散媒の粘性抵抗が小さい場合には、両電極を等電位にすることによって、電界の発生を停止したとしても、電気泳動粒子は惰性で運動を続けるため、表示画像の輝度が変化することになる。この態様によれば、画素電極に第2電圧を供給した後、その運動に制動をかけるための制動電圧を印加するから、電気泳動粒子を短時間で停止させることができる。電気泳動粒子の運動方向は第2電圧の印加によって得られる電界の方向によって定まるから、制動電圧は、第1電圧を基準として第2電圧の極性とは逆の極性になる。

【0010】別の好ましい態様において、表示画面の切換を行うときには、前記書込動作では、前記第2電圧として、切換前の表示階調に対応した電圧と切換後の表示

階調に対応した電圧の差分を前記第 2 の電極に印加する。

【0011】より具体的には、切換後の階調に対応する電気泳動粒子の平均位置と、切換前の階調に対応する電気泳動粒子の平均位置との差分に相当する電圧を、両電極間に一定時間、印加しても良い。この態様では、電気泳動粒子は画面切換前の状態を基準として、その空間的な状態を変化させる。すなわち、電気泳動粒子の空間的な状態を初期化して次の階調を表示するのではなく、連続的にその空間的な状態を変化させる。したがって、初期化の過程を省略できるので、表示速度の向上を図ることができる。なお、階調表示を行うためには、分散系の電気泳動粒子の粒子特性にバラツキを持たせることが好ましい。

【0012】また、この発明は、複数のデータ線と、前記複数のデータ線と立体交差する複数の走査線と、共通電極と、前記複数のデータ線と前記複数の走査線との各交差部に対応して各々設けられ、各々一定の間隔を挟んで前記共通電極と対向する複数の画素電極と、前記複数の画素電極と前記共通電極との間に挟持され、電気泳動粒子を各々含有する複数の分散系と、前記複数のデータ線と前記複数の走査線との各交差部に対応して各々設けられ、当該交差部を通過する走査線に各々のオン／オフ切換制御端子が接続され、オン状態であるときに当該交差部を通過するデータ線を当該交差部に対応して設けられた画素電極に接続する複数のスイッチング素子とを有する電気泳動表示装置の駆動方法であって、ある時間長を持ったフィールドを利用して前記複数の走査線および前記複数のデータ線を用いた表示制御のための動作を行い、1つのフィールド内の表示制御のための動作では、前記共通電極に共通電極電圧を印加しながら、前記走査線を順次選択し、選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオン状態にする電圧を印加し、前記電気泳動粒子の空間状態を目的とする表示階調に応じた空間状態に移行させる電界を発生するための複数の画素電圧を複数のデータ線に一定時間印加し、前記複数のデータ線に前記共通電極電圧を印加し、前記選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオフ状態にする電圧を印加することを特徴とする電気泳動表示装置の駆動方法を提供する。

【0013】かかる駆動方法によれば、画像をマトリクス表示することが可能となる。しかも、画素電極に共通電極電圧を印加することによって、電極間の電位差はゼロとなるので、電極間の電界が発生しない。したがって、電気泳動粒子の空間的な状態を固定し、表示画像を保持することが可能となる。また、この駆動方法では、1水平走査線分の画素に対応した書込動作を1水平走査期間内に終わらせることができる。

【0014】好ましい態様においては、各々1つのフィ

ールドを利用して、リセット動作と、書込動作とを交互に繰り返し、前記リセット動作を行うためのフィールドでは、前記電気泳動粒子の空間状態を初期化する電界を発生するための電圧を前記画素電圧として前記複数のデータ線に印加し、前記書込動作を行うためのフィールドでは、前記画素電圧として、目的とする表示階調に対応した階調電圧を前記複数のデータ線に印加する。

【0015】また、別の好ましい態様においては、表示画像の切換が行われるとき、切換前後において表示階調の変化した画素に対応した画素電極のみを対象として、前記リセット動作および前記書込動作を実施する。

【0016】また、別の好ましい態様において、この駆動方法では、複数の走査線を同時に選択し、かつ、複数のデータ線に前記初期化のための電圧を印加して、複数の画素電極に同時に前記初期化のための電圧を印加する。

【0017】いずれの態様においても、初期化のための電圧印加および画素電圧の更新のための電圧印加の回数を減らすことができる。

【0018】好ましい態様においては、前記複数の画素電圧を複数のデータ線に印加した後、前記電気泳動粒子の制動を行う電界を発生する複数の制動電圧を前記複数のデータ線に印加する。

【0019】また、別の好ましい態様では、1つのフィールドを利用してリセット動作を行った後、後続のフィールドを利用して書込動作を繰り返し、前記リセット動作を行うためのフィールドでは、前記電気泳動粒子の空間状態を初期化する電界を発生するための電圧として前記画素電圧として前記複数のデータ線に印加し、前記書込動作を行うためのフィールドでは、前記画素電圧として、前回の書込動作により得られた表示階調に対応した階調電圧と目的とする表示階調に対応した階調電圧との差電圧を前記複数のデータ線に印加する。

【0020】また、別の好ましい態様では、前記複数の画素電圧を複数のデータ線に印加した後、前記電気泳動粒子の制動を行う電界を発生する複数の制動電圧を前記複数のデータ線に印加する。

【0021】また、この発明は、複数のデータ線と、前記複数のデータ線と立体交差する複数の走査線と、共通電極と、前記複数のデータ線と前記複数の走査線との各交差部に対応して各々設けられ、各々一定の間隔を挟んで前記共通電極と対向する複数の画素電極と、前記複数の画素電極と前記共通電極との間に挟持され、電気泳動粒子を各々含有する複数の分散系と、前記複数のデータ線と前記複数の走査線との各交差部に対応して各々設けられ、当該交差部を通過する走査線に各々のオン／オフ切換制御端子が接続され、オン状態であるときに当該交差部を通過するデータ線を当該交差部に対応して設けられた画素電極に接続する複数のスイッチング素子とを有する電気泳動表示装置の駆動方法であって、ある時間長

を持ったフィールドを各々利用して、画像表示の制御のためのリセット動作、書込動作および保持動作を行い、前記リセット動作のためのフィールドでは、前記共通電極に共通電極電圧を印加しながら、前記走査線を順次選択し、選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオン状態にする電圧を印加し、前記電気泳動子の空間状態を初期化する電界を発生するための複数の画素電圧を複数のデータ線に印加した後、前記選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオフ状態にする電圧を印加し、前記書込動作のためのフィールドでは、前記共通電極に共通電極電圧を印加しながら、前記走査線を順次選択し、選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオン状態にする電圧を印加し、複数の階調電圧を前記複数のデータ線に印加した後、前記選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオフ状態にする電圧を印加し、前記保持動作のためのフィールドでは、前記共通電極に共通電極電圧を印加しながら、前記走査線を順次選択し、選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオン状態にする電圧を印加し、前記共通電極電圧を前記複数のデータ線に印加した後、前記選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオフ状態にする電圧を印加する。

【0022】この駆動方法によれば、各々、1フィールドの時間を利用して、画像表示の制御のためのリセット動作、書込動作および保持動作を行うので、リセット動作および書込動作において画素電極に印加する電圧を低くすることができる。

【0023】前記書込動作のためのフィールドの後、前記保持動作を実行する前に、1つのフィールドを利用して、前記電気泳動子の制動を行う電界を発生する複数の制動電圧を前記複数のデータ線に印加してもよい。

【0024】また、好ましい態様では、タイマを使用し、前記書込動作を行った後、一定の基準時間が経過したとき、再び前記リセット動作、書込動作および保持動作を行う。

【0025】電気泳動粒子は、その重量などの影響で沈降・浮上することがあるが、この態様によれば、基準時間を超えると同一の画素電圧を印加するので、長時間放置しても電気泳動粒子の位置を一定にし、画質を維持することができる。

【0026】また、この発明は、複数のデータ線と、前記複数のデータ線と立体交差する複数の走査線と、共通電極と、前記複数のデータ線と前記複数の走査線との各交差部に対応して各々設けられ、各々一定の間隔を挟んで前記共通電極と対向する複数の画素電極と、前記複数の画素電極と前記共通電極との間に挟持され、電気泳動粒子を各々含有する複数の分散系と、前記複数のデータ

線と前記複数の走査線との各交差部に対応して各々設けられ、当該交差部を通過する走査線に各々のオン／オフ切換制御端子が接続され、オン状態であるときに当該交差部を通過するデータ線を当該交差部に対応して設けられた画素電極に接続する複数のスイッチング素子とを有する電気泳動表示装置の駆動方法であって、ある時間長を持ったフィールドを各々利用して、リセット動作を実行した後、書込動作および保持動作を交互に繰り返し、前記リセット動作のためのフィールドでは、前記共通電極に共通電極電圧を印加しながら、前記走査線を順次選択し、選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオン状態にする電圧を印加し、前記電気泳動子の空間状態を初期化する電界を発生するための複数の画素電圧を複数のデータ線に印加した後、前記選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオフ状態にする電圧を印加し、前記書込動作のためのフィールドでは、前記共通電極に共通電極電圧を印加しながら、前記走査線を順次選択し、選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオン状態にする電圧を印加し、目的とする表示階調に対応した階調電圧と前回の書込動作において得られた表示階調に対応した階調電圧との差電圧を複数のデータ線に印加した後、前記選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオフ状態にする電圧を印加し、前記保持動作のためのフィールドでは、前記共通電極に共通電極電圧を印加しながら、前記走査線を順次選択し、選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオン状態にする電圧を印加し、前記共通電極電圧を前記複数のデータ線に印加した後、前記選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオフ状態にする電圧を印加することを特徴とする電気泳動表示装置の駆動方法を提供する。

【0027】この駆動方法においても、リセット動作および書込動作において画素電極に印加する電圧を低くすることができる。

【0028】前記書込動作のためのフィールドの後、前記保持動作を実行する前に、1つのフィールドを利用して、前記電気泳動子の制動を行う電界を発生する複数の制動電圧を前記複数のデータ線に印加してもよい。

【0029】また、この発明は、以上掲げた駆動方法を実施するための駆動回路を提供する。それらの好ましい態様を列挙すると次の通りである。

【0030】まず、この発明は、複数のデータ線と、前記複数のデータ線と立体交差する複数の走査線と、共通電極と、前記複数のデータ線と前記複数の走査線との各交差部に対応して各々設けられ、各々一定の間隔を挟んで前記共通電極と対向する複数の画素電極と、前記複数の画素電極と前記共通電極との間に挟持され、電気泳動

粒子を各々含有する複数の分散系と、前記複数のデータ線と前記複数の走査線との各交差部に対応して各々設けられ、当該交差部を通過する走査線に各々のオン／オフ切換制御端子が接続され、オン状態であるときに当該交差部を通過するデータ線を当該交差部に対応して設けられた画素電極に接続する複数のスイッチング素子とを有する電気泳動表示装置の駆動回路であって、前記共通電極に共通電極電圧を印加する印加部と、前記走査線を順次選択し、選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオン状態にする電圧を一定期間印加した後、前記選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオフ状態にする電圧を印加する走査線駆動部と、1本の走査線が選択され、当該走査線に対し、前記スイッチング素子を一括してオン状態にする電圧が印加される期間内に、前記電気泳動子の空間状態を目的とする表示階調に応じた空間状態に移行させる電界を発生するための複数の画素電圧を複数のデータ線に一定時間印加した後、前記複数のデータ線に前記共通電極電圧を印加するデータ線駆動部と、を具備することを特徴とする電気泳動表示装置の駆動回路を提供する。

【0031】好ましい態様において、前記駆動回路は、各々1つのフィールドを利用して、リセット動作と、書込動作とを交互に繰り返すものであり、前記リセット動作を行うためのフィールドでは、前記データ線駆動部は、前記電気泳動子の空間状態を初期化する電界を発生するための複数の画素電圧を前記複数のデータ線に印加し、前記書込動作を行うためのフィールドでは、前記データ線駆動部は、前記画素電圧として、目的とする表示階調に対応した階調電圧を前記複数のデータ線に印加する。

【0032】また、前記データ線駆動部は、前記複数の画素電圧を複数のデータ線に印加した後、前記電気泳動子の制動を行う電界を発生する複数の制動電圧を前記複数のデータ線に印加してもよい。

【0033】ここで、前記データ線駆動部は、前記制動電圧として、例えば前記画素電圧に応じた大きさの電圧を生成する。

【0034】好ましい態様において、前記駆動回路は、1つのフィールドを利用してリセット動作を行った後、後続のフィールドを利用して書込動作を繰り返すものであり、前記リセット動作を行うためのフィールドでは、前記データ線駆動回路は、前記電気泳動子の空間状態を初期化する電界を発生するための複数の画素電圧を前記複数のデータ線に印加し、前記書込動作を行うためのフィールドでは、前記データ線駆動回路は、前記画素電圧として、前回の書込動作により得られた表示階調に対応した階調電圧と目的とする表示階調に対応した階調電圧との差電圧を前記複数のデータ線に印加する。

【0035】前記データ線駆動部は、前記複数の画素電

圧を複数のデータ線に印加した後、前記電気泳動子の制動を行う電界を発生する複数の制動電圧を前記複数のデータ線に印加してもよい。

【0036】また、この発明は、複数のデータ線と、前記複数のデータ線と立体交差する複数の走査線と、共通電極と、前記複数のデータ線と前記複数の走査線との各交差部に対応して各々設けられ、各々一定の間隔を挟んで前記共通電極と対向する複数の画素電極と、前記複数の画素電極と前記共通電極との間に挟持され、電気泳動粒子を各々含有する複数の分散系と、前記複数のデータ線と前記複数の走査線との各交差部に対応して各々設けられ、当該交差部を通過する走査線に各々のオン／オフ切換制御端子が接続され、オン状態であるときに当該交差部を通過するデータ線を当該交差部に対応して設けられた画素電極に接続する複数のスイッチング素子とを有する電気泳動表示装置の駆動回路であって、前記共通電極に共通電極電圧を印加する印加部と、前記走査線を順次選択し、選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオン状態にする電圧を一定期間印加した後、前記選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオフ状態にする電圧を印加する走査線駆動部と、1本の走査線が選択され、当該走査線に対し、前記スイッチング素子を一括してオン状態にする電圧が印加される期間内に、前記電気泳動子の空間状態を目的とする表示階調に応じた空間状態に移行させる電界を発生するための複数の画素電圧を複数のデータ線に印加するデータ線駆動部とを具備し、前記駆動回路は、ある時間長を持ったフィールドを各々利用して、画像表示の制御のためのリセット動作、書込動作および保持動作を繰り返すものであり、前記データ線駆動部は、前記リセット動作のためのフィールドでは、前記電気泳動子の空間状態を初期化する電界を発生するための電圧を前記画素電圧として複数のデータ線に印加し、前記書込動作のためのフィールドでは、複数の階調電圧を前記画素電圧として前記複数のデータ線に印加し、前記保持動作のためのフィールドでは、前記共通電極電圧を前記画素電圧として前記複数のデータ線に印加することを特徴とする電気泳動表示装置の駆動回路を提供する。

【0037】前記データ線駆動部は、前記書込動作のためのフィールドの後、前記保持動作を実行する前に、1つのフィールドを利用して、前記電気泳動子の制動を行う電界を発生する複数の制動電圧を前記画素電圧として前記複数のデータ線に印加してもよい。

【0038】また、この発明は、複数のデータ線と、前記複数のデータ線と立体交差する複数の走査線と、共通電極と、前記複数のデータ線と前記複数の走査線との各交差部に対応して各々設けられ、各々一定の間隔を挟んで前記共通電極と対向する複数の画素電極と、前記複数の画素電極と前記共通電極との間に挟持され、電気泳動

10

20

30

40

50

粒子を各々含有する複数の分散系と、前記複数のデータ線と前記複数の走査線との各交差部に対応して各々設けられ、当該交差部を通過する走査線に各々のオン/オフ切換制御端子が接続され、オン状態であるときに当該交差部を通過するデータ線を当該交差部に対応して設けられた画素電極に接続する複数のスイッチング素子とを有する電気泳動表示装置の駆動回路であって、前記共通電極に共通電極電圧を印加する印加部と、前記走査線を順次選択し、選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオン状態にする電圧を一定期間印加した後、前記選択した走査線に対し、当該走査線に接続された全てのスイッチング素子を一括してオフ状態にする電圧を印加する走査線駆動部と、1本の走査線が選択され、当該走査線に対し、前記スイッチング素子を一括してオン状態にする電圧が印加される期間内に、前記電気泳動粒子の空間状態を目的とする表示階調に応じた空間状態に移行させる電界を発生するための複数の画素電圧を複数のデータ線に印加するデータ線駆動部とを具備し、前記駆動回路は、ある時間長を持ったフィールドを各々利用して、リセット動作を実行した後、書込動作および保持動作を交互に繰り返すものであり、前記データ線駆動部は、前記リセット動作のためのフィールドでは、前記電気泳動粒子の空間状態を初期化する電界を発生するための電圧を前記画素電圧として前記複数のデータ線に印加し、前記書込動作のためのフィールドでは、目的とする表示階調に対応した階調電圧を前回の書込動作において得られた表示階調に対応した階調電圧との差電圧を前記画素電圧として前記複数のデータ線に印加し、前記保持動作のためのフィールドでは、前記共通電極電圧を前記画素電圧として前記複数のデータ線に印加することを特徴とする電気泳動表示装置の駆動回路を提供する。

【0039】前記データ線駆動部は、前記書込動作のためのフィールドの後、前記保持動作を実行する前に、1つのフィールドを利用して、前記電気泳動粒子の制動を行う電界を発生する複数の制動電圧を前記画素電圧として前記複数のデータ線に印加してもよい。

【0040】好ましい態様において、この駆動回路では、タイマを使用し、前記リセット動作および書込動作を行った後、一定の基準時間が経過したとき、再び前記リセット動作および書込動作を行う。

【0041】電気泳動粒子は、その重量などの影響で沈降・浮上することがあるが、この態様によれば、基準時間を超えると同一の画素電圧を印加するので、長時間放置しても電気泳動粒子の位置を一定にし、画質を維持することができる。

【0042】また、この発明は、上述した駆動回路と、複数のデータ線と、複数の走査線と、複数のデータ線と、前記走査線と前記データ線との交差に対応して設ける各スイッチング素子と、前記スイッチング素子に接続

される各画素電極を備える第1基板と、共通電極を備える第2基板との間に、電気泳動粒子を含有する分散系を挟持してなる電気泳動パネルとを備えたことを特徴とする電気泳動表示装置を提供する。この場合、駆動回路とスイッチング素子とを薄膜トランジスタで構成し、これらを同一の製造プロセスで形成することが好ましい。

【0043】くわえて、本発明に係る電子機器は、電気泳動装置を表示部として用いることを特徴とするものであって、例えば、電子書籍、パーソナルコンピュータ、携帯電話、電子広告掲示板、電子道路標識等がこれに該当する。

【0044】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0045】A：第1実施形態

第1実施形態に係る電気泳動表示装置は、入力画像信号VIDに応じた画像を表示するものであり、静止画・動画のいずれにおいても表示が可能であるが、特に、静止画の表示に適している。

【0046】A-1：電気泳動表示装置の全体構成

本実施形態の電気泳動表示装置は、電気泳動表示パネルと周辺回路とを備えている。まず、電気泳動表示パネルの機械的な構成について説明する。図1は本発明の一実施形態に係る電気泳動表示パネルAの機械的な構成を示す分解斜視図であり、図2は、その部分断面図である。

【0047】図1および図2に示すように電気泳動表示パネルAは、画素電極104等が形成されたガラスや半導体等の素子基板100と、平面状の共通電極201等が形成された対向基板200とを有している。素子基板100と、対向基板200は、一定の間隙を保って、各々の電極形成面が対向するように貼り合わされている。素子基板100と対向基板200とに挟まれた空間は、一定の高さを持った隔壁110によって仕切られている。この例では、隔壁110は、画像の表示単位である画素を区分けするように設けられている。隔壁110によって仕切られた空間は分割セル11Cと呼ばれ、そこには分散系1が充填されている。

【0048】この分散系1は、分散媒2に電気泳動粒子3を分散させたものである。分散媒2は、界面活性剤等の添加剤が必要に応じて添加されている。分散系1では、電気泳動粒子3の重力による沈降を避けるため、分散媒2の比重と電気泳動粒子3の比重は略等しくなるように選ばれている。

【0049】このように隔壁110によって、多数の分割セル11Cを設けたので、電気泳動粒子3が泳動可能な領域が分割セル11Cの内部に制限されることになる。分散系1には、粒子の分散が偏ったり、あるいは、複数の粒子が結合して大きな塊になる凝結が起きることがある。上述したように隔壁110を用いて複数の分割セル11Cを形成すると、そのような現象を防ぐことが

でき、表示画像の品質を向上させることが可能となる。

【0050】電気泳動表示パネルAは、フルカラー表示が可能である。この場合には、各画素において原色（RGB）のうち1色を表示できるようにするため、分散系1としては、赤色、緑色、青色に対応する3種類が用いられる。

【0051】まず、赤色（R）に対応する分散系1rは、電気泳動粒子3rとして赤色の粒子を用いるとともに、分散媒2rとしてシアン色のものを用いる。この電気泳動粒子3rとしては、例えば、酸化鉄を用いることができる。次に、緑色（G）に対応する分散系1gは、電気泳動粒子3gとして緑色の粒子を用いるとともに、分散媒2gとしてマゼンダ色のものを用いる。この電気泳動粒子3gとしては、例えば、コバルトグリーン顔料粒子を用いることができる。次に、青色（B）に対応する分散系1bは、電気泳動粒子3bとして青色の粒子を用いるとともに、分散媒2bとしてイエロー色のものを用いる。この電気泳動粒子2bとしては、例えば、コバルトブルー顔料粒子を用いる。

【0052】すなわち、電気泳動粒子3として表示色を反射するものを用いる一方、分散媒2として表示色を吸収する色（上述した例では補色）に対応したものを用いる。また、対向基板200、共通電極201および封止材202の部材を用いる。よって、電気泳動粒子3が表示面側の電極に浮上しているのであれば、電気泳動粒子3によって表示色に対応する波長の光が反射され、この反射光によって観測者は色を認識する。一方、電気泳動粒子3が表示面と反対側の電極に沈降しているのであれば、表示色に対応する波長の光は分散媒2によって吸収されるため、その波長の光が観測者に届かないので観測者は色を認識できない。ところで、分散系1に印加する電界の方向と強度によって、電気泳動粒子3を分散系1の厚さ方向にどのように分布させるかを制御できる。したがって、電気泳動粒子3とその反射光を吸収する分散媒2と組み合わせることで電界強度を制御することによって、電気泳動粒子3によって反射される光の反射強度を調整でき、この結果、観測者に到達する光の強度を変化させることができる。

【0053】次に、素子基板100の表面には、表示領域A1と、周辺領域A2とが設けられている。表示領域A1は、隔壁110によって、仕切られており、そこには、画素電極104の他に、後述する走査線、データ線、およびスイッチング素子として機能する薄膜トランジスタ（Thin Film Transistor：以下、TFTと称する）が形成されるようになっている。一方、素子基板100の周辺領域A2には、後述する走査線駆動回路、データ線駆動回路、および外部接続電極が形成されるようになっている。

【0054】図3は電気泳動表示装置の電気的な構成を示すブロック図である。この図に示すように電気泳動表

示装置は、電気泳動表示パネルAとその周辺回路である画像信号処理回路300Aおよびタイミングジェネレータ400を備えている。ここで、画像信号処理回路300Aは、入力画像信号VIDに、電気泳動表示パネルAの電気的な特性に応じた補正処理を施して画像データDを生成出力するとともに、この画像データDを出力する前に、リセットデータDrestを所定期間出力する。リセットデータDrestは分散系1中を泳動している電気泳動粒子3を画素電極104側に引き寄せ、その空間的な状態を初期化するために用いられる。以下では、説明を簡略化するため分散系1の分散媒2は黒色に着色されており、電気泳動粒子3は酸化チタン等の白色の粒子で且つ、正に帯電しているものとする。

【0055】また、タイミングジェネレータ400は、画像データDが画像信号処理回路300Aから出力されるときのみ、走査線駆動回路130やデータ線駆動回路140Aを制御するための各種タイミング信号を生成する。

【0056】素子基板100の表示領域A1には、X方向に沿って平行に複数本の走査線101が形成され、また、これと直交するY方向に沿って平行に複数本のデータ線102が形成されている。そして、これらの走査線101とデータ線102との各交点においては、TFT103のゲート電極が走査線101に接続される一方、そのソース電極がデータ線102に接続され、さらに、そのドレイン電極が画素電極104に接続されている。各画素は、画素電極104と、対向基板200に形成された共通電極201と、これら両電極間に挟持された分散系1とによって構成される（図2参照）。すなわち、各画素は、走査線101とデータ線102との交差に対応して、マトリクス状に配列されている。なお、走査線駆動回路130およびデータ線駆動回路140Aは、TFTを用いて構成されており、画素のTFT103と共通の製造プロセスで形成される。これにより、集積化や製造コストの面などにおいて有利となる。

【0057】このような電気泳動表示パネルAにおいて、ある走査線信号Yjがアクティブになると、当該走査線信号Yjが供給されるj番目の走査線101のTFT103がオン状態となり、データ線信号X1、X2、…、Xnが画素電極104に供給される。一方、対向基板200の共通電極201には図示せぬ電源回路（印加部）から共通電極電圧Vcomが印加されるようになっていく。これにより、画素電極104と共通電極201との間に電位差が生じ、分散系1の電気泳動粒子3が泳動して画像データDに応じた階調の表示が各画素毎に行われることになる。

【0058】A-2：表示原理

次に、階調表示の原理について説明する。図4は分割セルの構造を簡略化して示した断面図である。この例の電気泳動表示装置にあっては、まず、リセット動作が行わ

れる。このリセット動作では、電気泳動粒子3が画素電極104側に引き寄せられる。正に帯電した電気泳動粒子3を用いる場合、共通電極201の電圧を基準として負極性の電圧が画素電極104に印加される。この結果、図4(A)に示すように電極104に電気泳動粒子3を引き寄せられる。

【0059】次に、図4(B)に示すように表示すべき階調に応じた正極性の電圧を電極間に印加する。すると、電界によって電気泳動粒子3は共通電極201側に移動する。電位差をゼロにすると、電界が作用しなくなるので、電気泳動粒子3は分散媒2の粘性抵抗によって停止する。この場合、電気泳動粒子3の移動速度は、電界強度、すなわち印加電圧に応じて定まるから、その移動距離は、印加電圧と印加時間に応じて定まることになる。したがって、印加時間を一定にすれば、印加電圧を調整することによって、電気泳動粒子3の厚さ方向の位置を制御できる。

【0060】共通電極201側から入射した光は電気泳動粒子3によって反射され、この反射光が共通電極201を通過して観測者の目に至る。入射光と反射光は分散媒2によって吸収され、その吸収の程度は光路長に比例する。したがって、観測者が認識する階調は、電気泳動粒子3の位置によって定まることになる。上述したように、印加時間を一定にしたとき電気泳動粒子3の厚さ方向の位置は、印加電圧に応じて定まるから、表示すべき階調に応じた電圧を印加すれば、所望の階調表示を得ることができる。

【0061】ところで、分散系1は多数の電気泳動粒子3を含んでいる。ここで、電気的特性(例えば、電荷量)や機械的特性(例えば、粒子径、重量)等の粒子特性が揃っているとすれば、総ての粒子の移動速度が一定となり、総ての電気泳動粒子3は同じようにふるまうことになる。

【0062】しかしながら、分割セルの厚さは数 μm ～数 $10\mu\text{m}$ であり最大移動距離が極めて短いので、階調数を多くしようとすると、微小な移動距離を制御する必要がある。このため、1階調分の印加電圧が極めて小さくなり、階調制御が困難になる。

【0063】そこで、本実施形態では、分散系1内に含める多数の電気泳動粒子3の粒子特性にバラツキを持たせてある。粒子特性にバラツキを持たせると、ある電圧を一定時間印加したときの電気泳動粒子3の位置は広がりを持つ。図5は、電極間の電圧と階調濃度との関係の一例を示すグラフである。この例は、50msecの印加時間で、電気泳動粒子3が共通電極201に到達する印加電圧の平均値が5Vであり、到達するのに要する印加電圧の標準偏差が0.2Vである場合をシュミレーションしたものである。

【0064】同図において、実線は印加電圧に対する階調特性を示しており、点線は印加電圧に対する確率密度

を示している。ここで、確率密度とは、共通電極201に到達する電気泳動粒子3の個数を、平均値5Vで正規化したものである。

【0065】この図に示すように、印加電圧が4.5V以下の場合には、電気泳動粒子3が殆ど共通電極201に到達しないが、印加電圧が5Vの場合には、半分の電気泳動粒子3が共通電極201に到達しており、さらに印加電圧が5.5V以上の場合には殆どの電気泳動粒子3が共通電極201に到達している。したがって、表示すべき階調に応じて印加電圧値を4.5Vから5.5Vの間で制御すれば、所望の階調表示を行うことが可能となる。

【0066】A-3: 駆動回路

次に、走査線101およびデータ線102を駆動する駆動回路について説明する。まず、図3に示す走査線駆動回路130は、シフトレジスタ(図示略)を有しており、タイミングジェネレータ400からのYクロック信号YCKや、その反転YクロックYCKBに基づいて、垂直走査期間の開始でアクティブとなるY転送開始パルスDYを順次シフトして、走査線信号Y1、Y2、…、Ymを生成する。これにより、図7に示すようにアクティブ期間(Hレベル期間)が順次シフトしていく走査線信号Y1、Y2、…、Ymが生成され、各走査線101に出力される。

【0067】次に、データ線駆動回路140Aについて説明する。図6はデータ線駆動回路140Aのブロック図である。同図に示すようにデータ線駆動回路140Aは、Xシフトレジスタ141、6ビットの画像データDが供給されるバスBUS、スイッチSW1～SWn、第1ラッチ142、第2ラッチ143、選択回路144、およびD/Aコンバータ145を備えている。

【0068】まず、Xシフトレジスタ141は、XクロックXCKおよび反転XクロックXCKBにしたがって、X転送開始パルスDXを順次シフトしてサンプリングパルスSR1、SR2、…、SRn(図7参照)を順次生成するようになっている。

【0069】次に、バスBUSは、スイッチSW1～SWnを介して第1ラッチ群142の各ラッチに接続されており、スイッチSW1～SWnの各制御入力端子には、サンプリングパルスSR1、SR2、…、SRnが供給されるようになっている。また、あるスイッチSWjは、6ビットの画像データDに対応して6個で1組の構成となっている。したがって、サンプリングパルスSR1、SR2、…、SRnに各々同期して、画像データDが第1ラッチ142に同時に取りこまれることになる。

【0070】次に、第1ラッチ142は、スイッチSW1～SWnから供給される画像データDをラッチし、点順次画像データDa1～Danとして出力する。また、第2ラッチ143は、第1ラッチ142の各点順次画像

10

20

30

40

50

データ $D_{a1} \sim D_{an}$ をラッチパルス LAT によってラッチする。ここで、ラッチパルス LAT は 1 水平走査期間毎にアクティブとなる信号である。したがって、この第 2 ラッチ 143 は、点順次画像データ $D_{a1} \sim D_{an}$ から線順次画像データ $D_{b1} \sim D_{bn}$ を生成する。

【0071】次に、選択回路 144 には、画像信号処理回路 300A で生成される共通電圧データ D_{com} とタイミングジェネレータ 400 で生成される無バイアスタイミング信号 C_b とが供給されている。ここで、共通電圧データ D_{com} は共通電極 201 に給電される電圧値（例えば、接地レベル）を指示するデータである。また、無バイアスタイミング信号 C_b は、図 7 に示すように 1 水平走査期間中の途中からその終了までの期間においてアクティブ（H レベル）となる信号である。選択回路 144 は、無バイアスタイミング信号 C_b がアクティブの期間に共通電圧データ D_{com} を選択する一方、これが非アクティブの期間に線順次画像データ $D_{b1} \sim D_{bn}$ を選択して図 7 に示すデータ $D_{c1} \sim D_{cn}$ を出力する。

【0072】 D/A コンバータ 145 は、6 ビットのデータ $D_{c1} \sim D_{cn}$ をデジタル信号からアナログ信号に変換して、データ線信号 $X_1 \sim X_n$ として各々生成し、これを各データ線 102 に供給している。

【0073】A-4：電気泳動表示装置の動作

次に、電気泳動表示装置の動作について説明する。図 8 は画像信号処理回路 300A の出力データを示すタイミングチャートである。この図を参照しつつ、動作の概要を説明する。

【0074】まず、時刻 t_0 において、電気泳動表示装置の電源がオフ状態からオン状態に切り替わると、画像信号処理回路 300A、タイミングジェネレータ 400 および電気泳動表示パネル A に電源が給電される。そして、所定期間が経過し回路動作が安定した時刻 t_1 において、画像信号処理回路 300A は、リセットデータ D_{rest} を 1 フィールド期間出力する。このリセット期間 T_r においては、表示原理で説明したように、電気泳動粒子 3 が画素電極 104 側に引き寄せられ、その空間的な状態が初期化される。詳細は後述するが、データ線駆動回路 140A が、リセットデータ D_{rest} のデータ値に応じたリセット電圧 V_{rest} を各データ線 102 に出力する一方、走査線駆動回路 130 が各走査線 101 を順次選択することにより、画素電極 104 に電圧が供給され、すべての画素電極 104 と共通電極 201 の間にリセット電圧 V_{rest} が印加されることになる。

【0075】次に、時刻 t_2 に至ると、書込期間 T_w が開始する。この書込期間 T_w においては、画像信号処理回路 300A は 1 フィールド期間にわたって画像データ D を出力する。各画素電極 104 には表示すべき階調に対応した階調電圧 V が書き込まれ、1 枚の表示画面が完成することになる。

【0076】次に、時刻 t_3 から時刻 t_4 までの保持期

間 T_h は、直前の書込期間 T_w で書き込まれた画像を保持する期間であり、その長さは任意に設定できる。当該期間において、画像信号処理回路 300A は動作を停止しデータを出力せず、また、画素電極 104 と共通電極 201 との間には、電界が発生しないようになっている。電気泳動粒子 3 は、電界がなければ空間的な状態に変化がない。したがって当該期間にあっては、静止画像が表示されることになる。

【0077】次に、時刻 t_4 から時刻 t_6 は画像を書き換えるための期間であり、時刻 t_1 から時刻 t_3 までの期間と同様に、リセット動作と書き込み動作が行われる。これにより、表示画面の更新を行うことができる。

【0078】（1）リセット動作

次に、リセット動作について詳細に説明する。図 9 はリセット動作における電気泳動表示装置のタイミングチャートである。上述したようにリセット期間 T_r においては、リセットデータ D_{rest} がデータ線駆動回路 140A に供給される。また、無バイアスタイミング信号 C_b は図 9 に示すように非アクティブ（L レベル）となるので、データ線信号 $X_1 \sim X_n$ の電圧はリセット電圧 V_{rest} となる。

【0079】この例では、電気泳動粒子 3 に正電荷が帯電しているので、リセット電圧 V_{rest} は共通電極電圧 V_{com} を中心として負極性の値を取る。ここで、走査線信号 Y_1 がアクティブ（H レベル）になると、第 1 行目の $TFT103$ がオン状態となり、リセット電圧 V_{rest} が各画素電極 104 に書き込まれる。以後、第 2 行目、第 3 行目、…、第 m 行目の各画素電極 104 にリセット電圧 V_{rest} が印加される。例えば、時刻 t_x において走査線信号 Y_1 がアクティブから非アクティブに変化すると、第 1 行目の各 $TFT103$ がオフ状態になり、画素電極 104 とデータ線 102 とが切断される。しかしながら、画素電極 104、分散系 1、および共通電極 201 によって画素容量が形成されているから、 $TFT103$ がオフ状態になっても第 1 行目の画素電極 104 と共通電極 201 間ではリセット電圧 V_{rest} が維持される。こうして電極間にリセット電圧 V_{rest} が印加されると、分散系 1 中の電気泳動粒子 3 が画素電極 104 に引き寄せられ、その空間的な状態が初期化される。

【0080】（2）書込動作

次に、書込動作について詳細に説明する。図 10 は書込動作における電気泳動表示装置のタイミングチャートである。ここでは、 i 行（ i 番目の走査線）・ j 列（ j 番目のデータ線）の画素における書込動作を説明するが、他の画素においても同様の書き込みがなされることは勿論である。なお、以下の説明では、 i 行 j 列の画素を P_{ij} と、画素 P_{ij} に表示すべき階調を示す階調電圧を V_{ij} と、また、画素 P_{ij} の輝度を I_{ij} と表すことにする。

【0081】各データ線信号 $X_1 \sim X_n$ は、図 7 に示すデータ $D_{c1} \sim D_{cn}$ を D/A 変換して生成されるので、

j 番目のデータ線 102 に供給されるデータ線信号 X_j の電圧は、図 10 に示すように、時刻 T_1 から時刻 T_2 まで階調電圧印加期間 T_v において階調電圧 V_{ij} となる一方、時刻 T_2 から時刻 T_3 までの無バイアス期間 T_b において共通電極電圧 V_{com} となる。

【0082】また、i 番目の走査線 101 に供給される走査線信号 Y_i は、i 番目の水平走査期間においてアクティブとなり、この間、画素 P_{ij} を構成する TFT 103 はオン状態となる。そして、i 番目の水平走査期間のうち時刻 T_1 から時刻 T_2 までの期間は、画素 P_{ij} の画素電極 104 にデータ線信号 X_j (すなわち、階調電圧 V_{ij}) が印加され、時刻 T_2 から時刻 T_3 までの期間は共通電極電圧 V_{com} が印加される。

【0083】次に、画素 P_{ij} における電気泳動粒子 3 の挙動について考察する。この書込動作の前には上述したリセット動作が行われているから、時刻 T_1 において、画素 P_{ij} の電気泳動粒子 3 は画素電極 104 側に総て位置している。このとき、画素電極 104 に階調電圧 V_{ij} が印加されると、画素電極 104 から共通電極 201 へ向けて電界が付与される。したがって、時刻 T_1 から電気泳動粒子 3 は移動を開始する。

【0084】ここで、i 行 j 列の画素 P_{ij} における輝度 I_{ij} はその画素 P_{ij} における電気泳動粒子の平均的な移動量により決定される。この例の電気泳動粒子 3 は白色であり分散媒 2 は黒色であるから、電気泳動粒子 3 が共通電極 201 に近づくほど、画素 P_{ij} の輝度 I_{ij} は高くなる。したがって、図に示すように輝度 I_{ij} は、時刻 T_1 から次第に高くなる。

【0085】ところで、画素 P_{ij} は、画素電極 104 と共通電極 201 との間に分散系 1 を挟持して構成されているので、電極面積、電極間の距離、および分散系 1 の誘電率に応じた画素容量を有する。

【0086】したがって、TFT 103 をオフ状態にして画素電極 104 への電荷の供給を停止したとしても、画素容量には電荷が蓄積されているので、両電極間には一定の電界が継続して発生することになる。電界が付与される限り電気泳動粒子 3 は共通電極 201 に向けて泳動を続けるので、電界の発生を停止する期間、換言すれば、画素容量に蓄積されている電荷を取り去る工程が必要となる。無バイアス期間 T_b はこのために設けられたものである。

【0087】無バイアス期間 T_b にあつては、共通電極電圧 V_{com} が画素電極 104 に印加されるので、時刻 T_2 において画素電極 104 と共通電極 201 が等電位になる。このため、時刻 T_2 から電気泳動粒子 3 には電界が作用しなくなる。ここで、分散媒 2 の粘性抵抗がある程度大きいとすれば、電気泳動粒子 3 は外力が作用しなくなる時刻 T_2 において泳動を停止する。この結果、輝度 I_{ij} は図に示すように時刻 T_2 から一定の値を取るようになる。なお、分散媒 2 の粘性抵抗が小さい場

合には電界が作用しなくなっても電気泳動粒子 3 が惰性で泳動した後に停止するが、そのような場合には、画像信号処理回路 300A において、惰性による泳動を見込んで補正した画像データ D を生成するようになっている。

【0088】この書込動作にあつては、まず、画素 P_{ij} の画素電極 104 に電荷を供給し、電極間に階調電圧 V_{ij} を印加し、電気泳動粒子 3 を表示すべき階調に応じた距離だけ移動させた後、画素電極 104 に電荷を供給し、共通電極電圧 V_{com} を印加し、電気泳動粒子 3 の泳動を停止させるので、画素 P_{ij} の輝度 I_{ij} を表示すべき階調に応じたものとして行うことができる。なお、この例では、電気泳動粒子 3 の泳動を停止させるために共通電極電圧 V_{com} を印加したが、完全に共通電極電圧 V_{com} と一致する電圧を印加する必要はなく、電気泳動粒子 3 の泳動を停止させることができる電圧であればよい。電気泳動粒子 3 は粘性抵抗に打ち勝たなければ泳動できないので、分散媒 2 の粘性抵抗などが大きい場合には、印加電圧が共通電極電圧 V_{com} と多少相違してもよい。

【0089】(3) 保持動作

次に、保持動作について説明する。図 7 において、時刻 T_3 に至ると、全ての走査線信号 Y_i が非アクティブになるので、全ての画素 P_{ij} の TFT 103 はオフ状態となる。上述したように無バイアス期間 T_b において画素電極 104 には共通電極電圧 V_{com} が印加されるから電極間に電界が発生しないことになる。

【0090】したがって、新たに画素電極 104 に電圧を印加しない限り、分散系 1 には電界が付与されない。この結果、分散系 1 中の電気泳動粒子 3 の空間的な状態は保持されることになり、これにより、表示画像の内容を保持することができる。このような保持期間 T_h にあつては、画素電極 104 に電圧を印加する必要がないので、走査線信号 $Y_1 \sim Y_m$ を生成する必要もなければ、データ線信号 $X_1 \sim X_n$ を生成する必要もない。このため、当該期間にあつては、以下に述べる各種の方法で消費電力を削減できる。

【0091】第 1 の方法は、電気泳動表示装置自体の主電源をオフ状態にすることである。これにより、電気泳動表示パネル A や周辺回路たる画像信号処理回路 300A およびタイミングジェネレータ 400 は動作を停止することになり、一切電力を消費しないことになる。

【0092】第 2 の方法は、電気泳動表示パネル A への給電を停止することである。これにより、電気泳動表示パネル A で消費される電力を削減することができる。

【0093】第 3 の方法は、Y クロック YCK および反転 Y クロック YCKB と、X クロック XCK および反転 X クロック XCKB とを、走査線駆動回路 130 およびデータ線駆動回路 140A へ供給するのを停止することである。上述したように走査線駆動回路 130 およびデータ線駆動回路 140A は相補型の TFT で構成されて

10

20

30

40

50

いるため、電流が流れるときだけ、換言すれば、論理レベルの反転があるときに限り電力を消費する。したがって、クロックの供給を停止することによって消費電力を削減することが可能となる。

【0094】(4) 書換動作

次に、表示画面の内容を書き換える書換動作について説明する。書換動作にあつては、以下に述べる各種の態様がある。

【0095】まず、第1の態様では、上述したリセット動作を行って各行毎に順次初期化を行い、次に、上述した書込動作を行って各行毎に順次、画素電極104に電荷を供給し、階調電圧と共通電極電圧 V_{com} とを印加する。これにより、画面全体を書き換えることが可能となる。

【0096】次に、第2の態様では、書き換えが必要となるラインに限って、リセット動作と書込動作を行う。ここでは、一例として第 j 番目と第 $j+1$ 番目のラインを書き換える場合について説明する。図11は第2の態様に係るリセット動作を説明するためのタイミングチャートである。まず、リセット期間 T_r にあつては、画像信号処理回路300Aがリセットデータ D_{rest} を出力する。また、当該期間において走査線駆動回路130は、図に示すように走査線信号 Y_1 、…、 Y_j 、 Y_{j+1} 、…、 Y_m を順次出力する。

【0097】一方、無バイアスタイミング信号 C_b は、書き換えるべき走査線101を選択する期間にのみレベルとなる。この例では、 j 番目と $j+1$ 番目のラインを書き換えるので、走査線信号 Y_j 、 Y_{j+1} がアクティブとなる期間中に無バイアスタイミング信号 C_b はLレベル（非アクティブ）となる。上述したように選択回路144（図6参照）は無バイアスタイミング信号 C_b がHレベル（アクティブ）のときに共通電圧データ D_{com} を出力する一方、その論理レベルがLレベルのときに第2ラッチ143の出力データ $D_{b1} \sim D_{bn}$ を出力する。換言すれば、 j 番目と $j+1$ 番目の走査線101を選択する期間にあつては、総てのデータ線102にリセット電圧 V_{rest} が供給される一方、他の走査線101の選択期間にあつては、総てのデータ線102に共通電極電圧 V_{com} が供給される。

【0098】したがって、図11に示すように第1行～第 $j-1$ 行目と第 $j+2$ ～第 m 行の画素電極104には共通電極電圧 V_{com} が供給される一方、第 j 行および第 $j+1$ 行の画素電極104には、リセット電圧 V_{rest} が供給される。したがって、第 j 行および第 $j+1$ 行の画素にあつては、電気泳動粒子3の空間的な状態が初期化されることになる。一方、共通電極電圧 V_{com} が画素電極104に書き込まれても電界は発生しないので、第1行～第 $j-1$ 行目と第 $j+2$ ～第 m 行の画素では電気泳動粒子3の空間的な状態は変化しない。次に、書込動作にあつては、画像信号処理回路300Aが書き換えるべきライン

についてのみ画像データ D を出力し、他のラインについては共通電圧データ D_{com} を出力し、図7に示す通常の書込動作と同様に書き込みを行う。これにより、第 j 行と第 $j+1$ 行に限って書き換えを行うことができる。

【0099】次に、第3の態様では、書き換えるべき複数のラインを同時にリセットして、この後、通常の手書込動作によって書き換えを行う。第2の態様では、第 j 行の次に第 $j+1$ 行をリセットするといったように、行毎に順次リセット動作を行ったが、書き換えるべき複数の走査線101を同時に選択できる走査線駆動回路を用いれば、同時にリセットを行うことが可能である。例えば、図12に示すように、走査線信号 Y_j 、 Y_{j+1} のみを同時にアクティブにして、データ線102にリセット電圧 V_{rest} を供給すれば、図13に示すように書き換えるべき j 番目と $j+1$ 番目のラインを同時にリセットすることができることは勿論である。また、書込動作にあつては、画像信号処理回路300Aが書き換えるべきラインについてのみ画像データ D を出力し、他のラインについては共通電圧データ D_{com} を出力し、図7に示す通常の書込動作と同様に書き込みを行う。これにより、第 j 行と第 $j+1$ 行に限って書き換えを行うことができる。

【0100】次に、第4の態様では、書き換えるべき領域を同時にリセットして、その後、当該領域の画素電極104に新たな階調電圧を印加する。ここでは、図14に示すように書き換えるべき領域 R が、 a 番目の行から b 番目の行まで、かつ、 c 番目の列から d 番目の列までにある場合を想定する。

【0101】まず、走査線駆動回路としては、第3の態様と同様に書き換えるべき複数の走査線101を同時に選択できるものを用いる。次に、画像信号処理回路300Aは、1ライン分のデータとして、第1番目から第 $c-1$ 番目までは共通電圧データ D_{com} を、第 c 番目から第 d 番目まではリセットデータ D_{rest} を、第 $d+1$ 番目から第 n 番目までは共通電圧データ D_{com} を出力する。また、無バイアスタイミング信号 C_b は非アクティブとしておく。これにより、所定の水平走査期間において、データ線信号 $X_1 \sim X_{c-1}$ 、および $X_{d+1} \sim X_n$ を共通電極電圧 V_{com} にする一方、データ線信号 $X_c \sim X_d$ をリセット電圧 V_{rest} にすることができる。そして、当該水平走査期間において、走査線信号 $Y_a \sim Y_b$ のみをアクティブとすることにより、領域 R をリセットすることができる。

【0102】次に、書込動作において、画像信号処理回路300Aは、領域 R に対応する画素電極に画像データ D を出力する一方、他の画素電極には共通電圧データ D_{com} を出力する。これにより、領域 R についてのみ書き換えを行うことができる。次に、第5の態様では総ての画素を同時にリセットして、この後、通常の手書込動作を行って書き換えを実行する。図15は、第5の態様に係る電気泳動パネルBのブロック図である。この電気泳動

パネルBは、各列毎にTFT105が設けられている点、および走査線駆動回路130Bが総ての走査線信号Y1~Ymを同時にアクティブとできるようになっている点を除いて、図3に示す電気泳動パネルAと同様に構成されている。

【0103】図15において、各TFT105のソース電極にはリセット電圧Vrestが給電され、そのゲート電極にはリセットタイミング信号Crが供給され、さらにそのドレイン電極は各データ線102に接続されている。ここで、リセットタイミング信号Crは、所定のリセット期間Trにおいてのみアクティブとなる信号であり、タイミングジェネレータ400で生成されるようになっている。そして、このリセットタイミング信号Crがアクティブになると、総てのTFT105が同時にオン状態となって、リセット電圧Vrestが各データ線102に供給される。一方、走査線駆動回路130Bは、リセットタイミング信号Crがアクティブになると、総ての走査線信号Y1~Ymを同時にアクティブにする。したがって、リセットタイミング信号Crのアクティブ期間に、総ての画素電極104にリセット電圧Vrestが印加される。これにより、総ての画素が同時にリセットされる。

【0104】なお、この場合にTFT105の各ソース電極を接地しておき、共通電極電圧Vcomとして接地電位を基準として初期化するのに十分な正極性の電圧を印加するようにしてもよい。すなわち、画素電極104と共通電極201とのうちいずれか一方の電位を基準として、他方の電極に初期化するのに十分な電圧を印加すればよい。なお、共通電極201を分割して複数の分割電極（例えば、上半分と下半分）を設けておき、書き換えるべき画像領域が属する分割電極に初期化するための電圧を印加するようにしてもよい。

【0105】B：第2実施形態

上記の実施形態では、画面を書き換える際には、図16(A)に示されるリセット動作を行った後、同図の(B)で示されるような書き込み動作を行い、表示画面を更新していた。この場合、電気泳動粒子3の空間的な状態は一旦初期化される。例えば、分散媒2が黒色に着色されており、電気泳動粒子3が白色であるとすれば、表示を更新する際に、画面全体が暗転（黒）することになる。人の視覚は短時間の変化を検知することができないので、リセット動作に要する期間が短ければ、次々と画面を更新することによって、動画を表示することも可能である。

【0106】しかしながら、分散系1の物理的な性質によっては、リセット動作に長い時間を必要とし、電気泳動粒子3の初期化に伴う輝度変化が検知されることもある。そこで、このような不都合を解消するために、次に表示すべき階調に対応する電気泳動粒子の平均位置と、現在表示中の階調に対応する電気泳動粒子の平均位

置との差分に相当する電圧を、両電極間に一定時間、印加しても良い。例えば、現在の階調が50%であり、これを75%の階調に変化させる場合を想定する。図16(B)に示すように電気泳動粒子3の平均的な位置が分散系1の厚さ方向の約1/2にあると、表示階調は50%になる。この階調を75%に変化させるためには、図16(C)に示すように電気泳動粒子3の平均的な位置を厚さ方向に約3/4まで移動させる必要がある。そこで、次に表示すべき階調と現在の階調との差分に応じた電圧を画素電極104に給電して電気泳動粒子3を所定位置まで移動させる。これにより、リセット動作を行うことなく、表示画面の更新が可能となり、動画を容易に表示することができる。

【0107】(1) 画像信号処理回路

次に、画像信号処理回路301Aについて説明する。図17は画像信号処理回路301Aの構成を示すブロック図である。この図に示すように、画像信号処理回路301Aは、A/D変換器310、補正部320、演算部330、選択部340を備えている。外部から供給される画像信号VIDはA/D変換器310を介して入力画像データDinとして補正部320に供給される。補正部320は、ROM等を有しており、入力画像データDinにガンマ補正等の補正処理を施して画像データDvを生成し演算部330に出力する。

【0108】次に、演算部330は、メモリ331と減算器332とを備えている。画像データDvは減算器332の一方の入力端子とメモリ331に供給される。メモリ331は、奇数フィールドで書込動作を行う一方、偶数フィールドで読出動作を行う第1フィールドメモリ331Aと、奇数フィールドで読出動作を行う一方、偶数フィールドで書込動作を行う第2フィールドメモリ331Bとを備えている。このメモリ331によって画像データDvは1フィールド遅延され、遅延画像データDv'として減算器332の他方の入力端子に供給される。

【0109】次に、減算器332は、画像データDvから遅延画像データDv'を減算して差分画像データDdを生成し、これを選択部340に出力する。選択部340は、リセット期間TrにおいてリセットデータDrestを選択する一方、書込期間Twにあつては、差分画像データDdを出力する。なお、最初のフィールドにあつては、遅延画像データDv'が存在しないので、減算器332の他方の入力端子には、データ値が'0'となるダミーデータが供給されるようになっている。したがって、最初のフィールドでは画像データDvが差分画像データDdとして出力される。

【0110】ここで、遅延画像データDv'を現在の表示階調とすれば、画像データDvは次に表示すべき階調に相当する。したがって、差分画像データDdは現在の階調と次に表示すべき階調の差分に相当するデータとな

る。

【0111】本実施形態の駆動回路およびデータ線回路の構成は第1実施形態と同様のため、説明を省略する。

【0112】B-1: 第2実施形態における全体動作次に、第2実施形態における、電気泳動表示装置の動作について説明する。図18は画像信号処理回路301Aの出力データを示すタイミングチャートである。この図を参照しつつ、動作の概要を説明する。

【0113】まず、時刻 t_0 において、電気泳動表示装置の電源がオフ状態からオン状態に切り替わると、画像信号処理回路301A、タイミングジェネレータ400および電気泳動表示パネルAに電源が給電される。そして、所定期間が経過し回路動作が安定した時刻 t_1 において、画像信号処理回路301Aは、リセットデータDrestを1フィールド期間出力する。このリセット期間 T_r にあっては、表示原理で説明したように、電気泳動粒子3が画素電極104側に引き寄せられ、その空間的な状態が初期化される。詳細は後述するが、データ線駆動回路140Aが、リセットデータDrestのデータ値に応じたリセット電圧Vrestを各データ線102に出力する一方、走査線駆動回路130が各走査線101を順次選択することにより、総ての画素電極104にリセット電圧Vrestが印加される。

【0114】次に、時刻 t_2 に至ると、書込期間 T_w が開始する。この書込期間 T_w にあっては、画像信号処理回路301Aは差分画像データDdを出力する。これにより、各画素電極104には表示中の階調と次に表示すべき階調との差に応じた差分階調電圧Vdが書き込まれる。ただし、最初のフィールド(時刻 t_2 から時刻 t_3 まで)にあっては、画像データDvが差分画像データDdとしてデータ線駆動回路140Aに供給されるから、表示すべき階調に応じた電圧が各画素電極104に書き込まれることになる。もっとも、リセット動作によって、表示階調は0%(あるいは100%)になっているから、基本的な機能に着目すれば、最初のフィールドにあっては、表示中の階調と次に表示すべき階調との差分に応じた差分階調電圧Vdを印加しているといえる。

【0115】このようにして、最初のフィールドで画像が表示されると、次のフィールドでは、差分の階調に対応する電圧が印加され、さらに以後のフィールドでも差分の階調に対応する電圧が印加される。例えば、ある画素に対応する階調電圧Vが、第1フィールドF1から第7フィールドF7までの期間において図19(A)に示すように v_1 、 v_2 、…、 v_7 といったように変化するとすれば、差分階調電圧Vdは、同図(B)に示すVd1、Vd2、…、Vd7となる。

【0116】次に、時刻 t_5 以降の保持期間 T_h は、直前の書込期間 T_w で書き込まれた画像を保持する期間であり、その長さは任意に設定できる。当該期間において、画像信号処理回路301Aは動作を停止しデータを

出力せず、また、画素電極104と共通電極201との間には、電界が発生しないようになっている。電気泳動粒子3は、電界がなければ空間的な状態に変化がない。したがって当該期間にあっては、静止画像が表示されることになる。

【0117】B-2: 書き込み動作

次に、書込動作について詳細に説明する。図20は書込動作における電気泳動表示装置のタイミングチャートである。ここでは、i行(i番目の走査線)・j列(j番目のデータ線)の画素における書込動作を説明するが、他の画素においても同様の書き込みがなされることは勿論である。なお、以下の説明では、i行j列の画素を P_{ij} と、画素 P_{ij} に表示すべき階調を示す差分階調電圧を V_{dij} と、また、画素 P_{ij} の輝度を I_{ij} と表すことにする。また、この例では、直前のフィールドにおいて画素 P_{ij} は100%の階調レベルを表示したものとす。くわえて、表示階調を0%(総ての電気泳動粒子3が画素電極104側にある)から、100%(総ての電気泳動粒子3が共通電極201側にある)へ変化させる場合に、共通電極電圧 V_{com} を基準としたときに必要な電圧を $+V_{100}$ 、また、表示階調を100%から0%へ変化させる場合に必要な電圧を $-V_{100}$ と表すことにする。

【0118】各データ線信号 $X_1 \sim X_n$ は、図7(P)～(R)に示すデータDc1～DcnをD/A変換して生成されるので、j番目のデータ線102に供給されるデータ線信号 X_j の電圧は、図20に示すように、時刻T1から時刻T2までの差分電圧印加期間 T_{dv} において差分階調電圧 V_{dij} となる。一方、時刻2から時刻T3までの無バイアス期間 T_b において共通電極電圧 V_{com} となる。ここで、現在のフィールドで表示すべき階調が50%であるとすれば、直前のフィールドの階調と較べて50%減っているので、差分階調電圧 V_{dij} の値は、同図に実線で示すように $-V_{50}$ となる。また、例えば、現在のフィールドで表示すべき階調が0%であるとすれば、同図に一点鎖線で示すように $-V_{100}$ となる。

【0119】C: 第3実施形態

次に、第3実施形態に係る電気泳動表示装置について説明する。第1実施形態の電気泳動表示装置にあっては、画素電極104に階調電圧を印加して、表示すべき階調に応じた距離だけ電気泳動粒子3を移動させた後、画素電極104に共通電極電圧 V_{com} を印加して電気泳動粒子3にクローン力を作用させないようにした。また、分散媒2の粘性抵抗が小さい場合には、共通電極電圧 V_{com} を印加した後も電気泳動粒子3が惰性で泳動するため、画像信号処理回路300Aにおいて、惰性による泳動を見込んで画像データDを生成していた。

【0120】しかしながら、分散媒2の粘性抵抗の値によっては、電気泳動粒子3の運動をとめさせるのに長時間を要する場合もある。上述した例では電気泳動粒子3が画素電極104から共通電極201に向けて泳動する

から、粘性抵抗が極端に小さいと表示画面が次第に明るくなり、やがてある明るさに落ち着くことになる。

【0121】第3実施形態は、このような表示画面の明るさの変動を防止できる電気泳動表示装置を提供するものであり、画像信号処理回路300Aの代わりに画像信号処理回路300Bを用いる点、データ線駆動回路140Aの代わりにデータ線駆動回路140Bを用いる点を除いて、図3に示す第1実施形態の電気泳動表示装置と同様に構成されている。

【0122】C-1：画像信号処理回路

まず、画像信号処理回路300Bについて説明する。図21は画像信号処理回路300Bのブロック図であり、図22はその出力データのタイミングチャートである。

【0123】図21に示すように画像信号処理回路300Bは、A/D変換器310、補正部320、制動電圧データ生成部330、および選択部340を備えている。外部から供給される画像信号VIDはA/D変換器310を介して入力画像データDinとして補正部320に供給される。補正部320は、ROM等を有しており、入力画像データDinにガンマ補正等の補正処理を施して画像データDを生成する。

【0124】制動電圧データ生成部330は、その内部に制動電圧データDsのデータ値を画像データDの取り得るデータ値と対応付けて記憶するテーブルを有しており、画像データDをアドレスとして当該テーブルにアクセスして制動電圧データDsを得るようになっている。なお、テーブルは、RAMやROM等の記憶回路によって構成されている。

【0125】ここで、制動電圧データDsは、後述する制動電圧Vsに対応するものであり、電気泳動粒子3の運動を減衰させるために用いられる。上述したように、分散系1に電界を付与することを停止しても、電気泳動粒子3は慣性による運動を続けるが、この運動の方向と逆向きの力を付与すれば電気泳動粒子3の運動を減衰させその泳動を停止させることができる。電気泳動粒子3は、当初、階調電圧に応じた電界によって泳動しているから、その運動を減衰させるには、第1に逆向きの電界を印加する必要がある、第2にその電界強度は、電気泳動粒子3の運動エネルギー、換言すれば階調電圧Vに応じて定まることになる。そこで、本実施形態にあっては、分散媒2の粘性抵抗等を考慮して、画像データDの値に応じた制動電圧データDsをテーブルに予め記憶しておき読み出すようにしている。

【0126】次に、選択部340は、図22に示すようにリセット期間TrにおいてはリセットデータDrestを出力する一方、書込期間においては、画像データDと制動電圧データDsを多重した多重データDmを出力する。画像データDが6ビット、制動電圧データDsが6ビットであるとする、多重データDmは12ビットのデータであり、MSBから6ビットが画像データD、L

SBから6ビットが制動電圧データDsとなる。

【0127】C-2：データ線駆動回路

次に、データ線駆動回路140Bについて説明する。図23はデータ線駆動回路140Bのブロック図である。第2実施形態のデータ線駆動回路140Bは、第1ラッチ142Bおよび第2ラッチ143Bが12ビットのデータをラッチする点、選択回路144の代わりに選択回路144Bを用いる点を除いて、第1実施形態のデータ線駆動回路140Aと同様に構成されている。

【0128】第1ラッチ142Bは、12ビットの多重データDmをラッチして点順次画像データDa1~Danを生成し、第2ラッチ143Bは点順次画像データDa1~Danを線順次画像データDb1~Dbnに変換している。もともと、リセット期間Trに供給されるリセットデータDrestについては、6ビットのまま線順次画像データDb1~Dbnにしている。

【0129】次に、図24は、選択回路144Bの詳細な構成を示すブロック図であり、図25はそのタイミングチャートである。図24に示すように選択回路144Bは、n個の選択ユニットU1~Unを備えており、各選択ユニットU1~Unは、無バイアスタイミング信号Cbおよび制動タイミング信号Csに基づいて、共通電圧データDcomと多重データDmを構成する画像データDおよび制動電圧データDsとの中から、必要なデータを選択して出力するようになっている。ここで、無バイアスタイミング信号Cbは、上述した第1実施形態と同様に、共通電圧データDcomを選択する期間においてのみアクティブ（Hレベル）となる一方、制動タイミング信号Csは制動電圧データDsを選択する期間にのみアクティブ（Hレベル）となる。

【0130】選択回路144Bは、両信号がともに非アクティブ（Lレベル）のとき、画像データDを選択出力し、さらに制動タイミング信号Csがアクティブのとき制動電圧データDsを選択出力し、くわえて無バイアスタイミング信号Cbがアクティブのとき共通電圧データDcomを選択出力する。

【0131】例えば、図25に示すように、ある水平走査期間において、i番目の選択ユニットUiにi番目の線順次画像データDbiとして多重データDmiが供給されたとする。この場合、選択回路144Bには、多重データDmiの上位ビットから構成される画像データDiと下位ビットから構成される制動電圧データDsiが供給されることになる。階調電圧印加期間Tvにあっては、制動タイミング信号Csと無バイアスタイミング信号Cbがともに非アクティブであるから、画像データDiが選択され、制動電圧印加期間Tsにあっては制動タイミング信号Csがアクティブとなるから制動電圧データDsiが選択され、さらに、無バイアス期間Tbにあっては、無バイアスタイミング信号Cbがアクティブとなるから共通電圧データDcomが選択されることにな

る。

【0132】このようにして選択されたデータは、図23に示すD/Aコンバータ145に供給され、データ線信号X1～Xnとして各データ線101に出力されることになる。

【0133】C-3：電気泳動表示装置の動作

次に、第3実施形態に係る電気泳動表示装置の動作について説明する。この電気泳動表示装置は、リセット動作→書込動作→保持動作→書換動作（リセット動作および書込動作）といった順に動作する点では、図8を参照して説明した第1実施形態の電気泳動表示装置と同様である。ただし、書込動作（書換動作中のものを含む）中に、画素電極104に電荷を供給し制動電圧を電極間に印加する工程が加えられている点で相違する。以下、相違点である書込動作の詳細について説明する。

【0134】図26は書込動作における電気泳動表示装置のタイミングチャートである。ここでは、i行j列の画素Pijにおける書込動作を説明するが、他の画素においても同様の書き込みがなされることは勿論である。

【0135】j番目のデータ線102に供給されるデータ線信号Xjの電圧は、図26に示すように、時刻T1から時刻T2まで階調電圧印加期間Tvにおいて階調電圧Vijとなり、時刻T2から時刻T3までの制動電圧印加期間Tsにおいて制動電圧Vsとなり、さらに時刻T3から時刻T4までの無バイアス期間Tbにおいて共通電極電圧Vcomとなる。

【0136】また、i番目の走査線101に供給される走査線信号Yiはi番目の水平走査期間においてアクティブとなる。このため、画素Pijを構成するTFT103は当該水平走査期間においてオン状態となり、画素Pijの画素電極104には、時刻T1から時刻T4までのデータ線信号Xjが取り込まれることになる。すなわち、この例ではある走査線のある選択期間において、画素電極104に電荷を供給して、電極間に階調電圧Vijを印加してから、共通電極電圧Vcomを印加するまでの動作が終了する。

【0137】次に、画素Pijにおける電気泳動粒子3の挙動について考察する。この書込動作の前にはリセット動作が行われているから、時刻T1において、画素Pijの電気泳動粒子3は画素電極104側に総て位置している。このとき、画素電極104に階調電圧Vijが印加されると、画素電極104から共通電極201へ向けて電界が付与される。したがって、時刻T1から電気泳動粒子3は移動を開始し、輝度Iijは次第に高くなる。

【0138】そして、時刻T2に至ると、画素電極104に制動電圧Vsが印加される。制動電圧Vsの値は、直前に印加される階調電圧Vijの値に応じて設定されており、また、共通電極電圧Vcomを基準として負極性のものである。これは、階調電圧印加期間Tvにおいて、電気泳動粒子3には画素電極104から共通電極201

へ向けてのクローン力が作用していたので、これを打ち消す方向に電界を付与する必要があるからである。

【0139】この制動電圧Vsは、いわばブレーキとして電気泳動粒子3に作用するものであり、運動方向とは逆方向のクローン力を電気泳動粒子3に付与する。これにより、停電圧印加期間Tsの終了時刻T3までに電気泳動粒子3は泳動を停止することとなる。

【0140】そして、時刻T3に至ると、画素電極104には共通電極電圧Vcomが印加される。すると、画素電極104と共通電極201との電圧が一致して、画素容量に蓄積されていた電荷を放電させることができる。これにより、TFT103をオフ状態にしても画素Pijには電界が全く発生しないことになるので、電気泳動粒子3の空間的な状態を保持することができる。

【0141】このように本実施形態の書込動作にあっては、まず、画素Pijの画素電極104に階調電圧Vijを印加することにより電気泳動粒子3を移動させ、さらに、制動電圧Vsを印加することによって、電気泳動粒子3の運動を減衰させて停止させるので、分散媒2の粘性抵抗が小さい場合であっても、電気泳動粒子3の惰性による泳動距離を短くすることができる。この結果、輝度の変化がない安定した画像を短時間で表示させることが可能となる。

【0142】D：第4実施形態

上記の実施形態においては、階調電圧を印加していたが、その代わりに差分階調電圧を印加しても良い。以下に詳しく説明する。

【0143】D-1：画像信号処理回路

まず、画像信号処理回路301Bについて説明する。図27は画像信号処理回路301Bのブロック図であり。

【0144】制動電圧データ生成部350は、その内部に制動電圧データDsのデータ値を差分画像データDdの取り得るデータ値と対応付けて記憶するテーブルを有しており、差分画像データDdをアドレスとして当該テーブルにアクセスして制動電圧データDdsを得ようになっている。なお、テーブルは、RAMやROM等の記憶回路によって構成されている。

【0145】ここで、制動電圧データDdsは、後述する制動電圧Vdsに対応するものであり、電気泳動粒子3の運動を減衰させるために用いられる。上述したように、分散系1に電界を付与することを停止しても、電気泳動粒子3は惰性による運動を続けるが、この運動の方向と逆向きの力を付与すれば電気泳動粒子3の運動を減衰させその泳動を停止させることができる。電気泳動粒子3は、当初、差分階調電圧Vdに応じた電界によって与えられるクローン力によって泳動しているから、その運動を減衰させるには、第1に逆向きの電界を印加する必要がある、第2にその電界強度は、電気泳動粒子3の運動エネルギー、換言すれば差分階調電圧Vdに応じて定まることになる。そこで、本実施形態にあっては、分

散媒 2 の粘性抵抗等を考慮して、差分画像データ D_d の値に応じた制動電圧データ D_{ds} をテーブルに予め記憶しておき読み出すようにしている。

【0146】データ線駆動回路、選択回路は第 2 実施形態を同様のため、説明を省略する。

【0147】D-2：電気泳動装置の動作

次に、第 4 実施形態に係る電気泳動表示装置の動作について説明する。図 28 は書込動作における電気泳動表示装置のタイミングチャートである。ここでは、 i 行 j 列の画素 P_{ij} における書込動作を説明するが、他の画素においても同様の書き込みがなされることは勿論である。また、この例では、直前のフィールドにおいて画素 P_{ij} は 100% の階調レベルを表示したものとする。 j 番目のデータ線 102 に供給されるデータ線信号 X_j の電圧は、図 28 に示すように、時刻 T_1 から時刻 T_2 までの差分階調電圧印加期間 T_{dv} において差分階調電圧 V_{dij} となる。例えば、現在のフィールドで表示すべき階調が 50% であるとする、直前のフィールドの階調と比べて 50% 減っている、差分階調電圧 V_{dij} の値は、同図に実線で示すように $-V_{50}$ となる。また、例えば、現在のフィールドで表示すべき階調が 0% であるとする、同図に一点鎖線で示すように $-V_{100}$ となる。次に、時刻 T_2 から時刻 T_3 までの制動電圧印加期間 T_s においてデータ線信号 X_j の電圧は制動電圧 V_{dsij} となる。ここで、制動電圧 V_{dsij} の値は、差分階調電圧 V_{dij} の値に応じて定まる。さらに時刻 T_3 から時刻 T_4 までの無バイアス期間 T_{db} においてデータ線信号 X_j の電圧は共通電極電圧 V_{com} となる。

【0148】E：第 5 実施形態

E-1：表示装置

第 1 実施形態の電気泳動表示装置にあっては、1 水平走査期間内に階調電圧印加期間 T_v と無バイアス期間 T_b を設けて、電気泳動粒子 3 の移動と停止とを完結させていた。

【0149】これに対して第 5 実施形態に係る電気泳動表示装置では、フィールド期間単位の階調電圧印加期間 T_{vf} と無バイアス期間 T_{bf} とを設けている。この電気泳動表示装置の構成は、図 3 に示す第 1 実施形態と同様であり、無バイアスタイミング信号 C_b のアクティブ期間が異なる。

【0150】E-2：全体動作

図 29 は、電気泳動表示装置の全体動作を示すタイミングチャートである。この図に示すように画像信号処理回路 300A は、リセット期間 T_r にリセットデータ D_{rest} を出力する。当該期間にあっては、電気泳動粒子 3 が画素電極 104 側に引き寄せられ、その空間的な状態が初期化される。

【0151】次に、書込期間は 1 フィールド単位の階調電圧印加期間 T_{vf} と無バイアス期間 T_{bf} とで構成される。階調電圧印加期間 T_{vf} にあっては、画像信号処

理回路 300A から出力された画像データ D に基づいて、各画素電極 104 に階調電圧が印加される。ただし、当該期間において無バイアスタイミング信号 C_b は非アクティブのままである。したがって、当該期間において共通電極電圧 V_{com} が各画素電極 104 に印加されることはない。

【0152】一方、無バイアス期間 T_{bf} にあっては、画像信号処理回路 300A からデータが供給されないが、無バイアスタイミング信号 C_b がアクティブとなるので、当該期間にあっては、総てのデータ線 102 に共通電極電圧 V_{com} が供給されることになる。したがって、各画素電極 104 に共通電極電圧 V_{com} が印加される。すなわち、この例にあっては、ある走査線のある選択期間において、画素電極 104 に階調電圧 V を印加し、当該走査線が次に選択されるまでの期間、階調電圧 V を保持し、当該走査線の次の選択期間において共通電極電圧 V_{com} を画素電極 104 に印加する。

【0153】次に、保持期間 T_h にあっては、画素電極 104 と共通電極 201 との間に、電界を発生させないようにしており、直前の書込期間で書き込まれた画像が保持される。

【0154】そして、書換期間にあっては、最初の画像表示と同様に、リセット→階調電圧の印加→無バイアス（共通電極電圧の印加）といった一連の処理が行われることになる。

【0155】E-3：書き込み動作

図 30 は書込動作における電気泳動表示装置のタイミングチャートである。ここでは、 i 行 j 列の画素 P_{ij} における書込動作を説明するが、他の画素においても同様の書き込みがなされることは勿論である。

【0156】 j 番目のデータ線 102 に供給されるデータ線信号 X_j の電圧は、図 30 に示すように、階調電圧印加期間 T_{vf} にあっては、1 水平走査期間毎に変化する。そして、 i 番目の水平走査期間においてデータ線信号 X_j は階調電圧 V_{ij} となる。このとき、走査線信号 Y_i がアクティブ（H レベル）となるから、階調電圧 V_{ij} が画素 P_{ij} の画素電極 104 に書き込まれる。これにより、画素電極 104 の電圧は、時刻 T_1 においてリセット電圧 V_{rest} から階調電圧 V_{ij} に遷移して、分散系 1 に階調に応じた電界が印加されることになる。

【0157】また、時刻 T_2 において、走査線信号 Y_i が非アクティブ（L レベル）になると、画素 P_{ij} の TFT_{103} はオフ状態になるが、画素容量には電荷が蓄積されているため、画素電極 104 の電圧は階調電圧 V_{ij} を維持する。

【0158】そして、無バイアス期間 T_{bf} の i 番目の水平走査期間において、走査線信号 Y_i がアクティブになると、共通電極電圧 V_{com} が画素電極 104 に印加される。これにより、画素電極 104 の電圧は、時刻 T_4 に至ると、共通電極電圧 V_{com} と一致することになる。

【0159】E-4:電気泳動粒子の挙動

次に、画素Pijにおける電気泳動粒子3の挙動について考察する。この書込動作の前にはリセット動作が行われているから、時刻T0において、画素Pijの電気泳動粒子3は画素電極104側に総て位置している。時刻T1において、画素電極104に階調電圧Vijが印加されると、画素電極104から共通電極201へ向けて電界が付与される。したがって、時刻T1から電気泳動粒子3は移動を開始し、輝度Iijは次第に高くなる。

【0160】この階調電圧Vijに応じた電界は、時刻T1から時刻T4までの1フィールド期間中印加される。したがって、当該期間において電気泳動粒子3が画素電極104へ向けて移動することになる。すなわち、第1実施形態にあっては、1水平期間中の所定期間に階調電圧Vijを印加したが、第3実施形態では1フィールド期間にわたって階調電圧Vijを印加している。電気泳動粒子3の移動量は、表示原理でも説明したように、分散系1に付与する電界の強さと印加時間に応じて定まる。この例では、1フィールドという長時間に亘って電界を印加するから、弱い電界を印加しても所望の輝度Iijを得ることができる。したがって、本実施形態によればデータ線信号X1~Xnを低電圧で駆動することが可能となる。

【0161】F:第6実施形態

さらに、上記実施形態においては、階調電圧を印加していたが、それに代わって差分階調電圧を印加しても良い。

【0162】F-1:表示装置

図31は、電気泳動表示装置の全体動作を示すタイミングチャートである。この図に示すように画像信号処理回路301Aは、リセット期間TrにリセットデータDrestを出力する。当該期間にあっては、電気泳動粒子3が画素電極104側に引き寄せられ、その空間的な状態が初期化される。

【0163】次に、書込期間Twは複数の単位期間を備えており、1つの単位期間は1フィールド単位の差分階調電圧印加期間Td vfと無バイアス期間Tdb fとの組で構成される。差分階調電圧印加期間Td vfにあっては、画像信号処理回路301Aから出力された差分画像データDdに基づいて、各画素電極104に差分階調電圧Vdが印加される。ただし、当該期間において無バイアスタイミング信号Cbは非アクティブのままである。したがって、当該期間において共通電極電圧Vcomが各画素電極104に印加されることはない。

【0164】一方、無バイアス期間Tdb fにあっては、画像信号処理回路301Aからデータが供給されないが、無バイアスタイミング信号Cbがアクティブとなるので、当該期間にあっては、総てのデータ線102に共通電極電圧Vcomが供給されることになる。したがって、各画素電極104に共通電極電圧Vcomが書き込ま

れる。すなわち、この例にあっては、ある走査線のある選択期間において、画素電極104に差分階調電圧Vdを印加し、当該走査線が次に選択されるまでの期間、差分階調電圧Vdを保持し、当該走査線の次の選択期間において共通電極電圧Vcomを画素電極104に印加する。

【0165】次に、保持期間Thにあっては、画素電極104と共通電極201との間に、電界を発生させないようにしており、直前の書込期間で書き込まれた画像が保持される。

【0166】F-2:書き込み動作

図32は書込動作における電気泳動表示装置のタイミングチャートである。ここでは、i行j列の画素Pijにおける書込動作を説明するが、他の画素においても同様の書き込みがなされることは勿論である。また、この例では、画素Pijにおける直前の単位期間の階調が10%であり、現在の単位期間で50%の階調を表示させるものとする。

【0167】j番目のデータ線102に供給されるデータ線信号Xjの電圧は、図32に示すように、差分階調電圧印加期間Td vfにおいて、1水平走査期間毎に変化する。そして、i番目の水平走査期間においてデータ線信号Xjは差分階調電圧Vdijとなる。このとき、走査線信号Yiがアクティブ(Hレベル)となるから、差分階調電圧Vdijが画素Pijの画素電極104に印加される。これにより、両極間の電圧は、時刻T1において、差分階調電圧Vdijとなり、分散系1に差分階調に応じた電界が印加されることになる。

【0168】また、時刻T2において、走査線信号Yiが非アクティブ(Lレベル)になると、画素PijのTF T103はオフ状態になるが、画素容量には電荷が蓄積されているため、電極間の電圧は差分階調電圧Vdijを維持する。

【0169】そして、無バイアス期間Tdb fのi番目の水平走査期間において、走査線信号Yiがアクティブになると、共通電極電圧Vcomが画素電極104に印加される。これにより、画素電極104の電位は、時刻T4に至ると、共通電極電圧Vcomと一致することになる。

【0170】G:第7実施形態

G-1:表示装置

第3実施形態の電気泳動表示装置にあっては、1水平走査期間内に階調電圧印加期間Tv、制動電圧印加期間Ts、および無バイアス期間Tbを設けて、電気泳動粒子3の移動と停止とを完結させていた。

【0171】これに対して第7実施形態に係る電気泳動表示装置では、フィールド単位の階調電圧印加期間Tv f、制動電圧印加期間Ts f、および無バイアス期間Tb fとを設けている。この電気泳動表示装置の構成は、第1実施形態と同様であるが、無バイアスタイミング信

号Cbのアクティブ期間が異なる。

【0172】G-2：全体動作

図33は、電気泳動表示装置の全体動作を示すタイミングチャートである。この図に示すように画像信号処理回路300Aは、リセット期間TrにリセットデータDrestを出力する。当該期間にあっては、電気泳動粒子3が画素電極104側に引き寄せられ、その空間的な状態が初期化される。

【0173】次に、書込期間は1フィールド単位の階調電圧印加期間Tv f、制動電圧印加期間Ts f、および無バイアス期間Tb fとで構成される。階調電圧印加期間Tv fと制動電圧印加期間Ts fとにあっては、画像信号処理回路300Aから出力された画像データDと制動電圧データDsとに基づいて、各画素電極104に階調電圧Vと制動電圧Vsとが各々書き込まれる。ただし、これらの期間において無バイアスタイミング信号Cbは非アクティブのままである。したがって、これらの期間において共通電極電圧Vcomが各画素電極104に印加されることはない。

【0174】一方、無バイアス期間Tb fにあっては、画像信号処理回路300Aからデータが供給されないが、無バイアスタイミング信号Cbがアクティブとなるので、当該期間にあっては、総てのデータ線102に共通電極電圧Vcomが供給されることになる。したがって、各画素電極104に共通電極電圧Vcomが印加される。すなわち、この例にあっては、ある走査線のある選択期間において、画素電極104に階調電圧Vを書き込み、当該走査線が次に選択されるまでの期間、階調電圧Vを保持し、当該走査線の次の選択期間において画素電極104に制動電圧Vsを印加し、当該走査線がその次に選択されるまでの期間、制動電圧Vsを保持し、当該走査線がその次に選択される期間において共通電極電圧Vcomを画素電極Vcomを印加する。

【0175】次に、保持期間Thにあっては、画素電極104と共通電極201との間に、電界を発生させないようにしており、直前の書込期間で書き込まれた画像が保持される。

【0176】そして、書換期間にあっては、最初の画像表示と同様に、リセット→階調電圧の印加→制動電圧の印加→無バイアス（共通電極電圧の印加）といった一連の処理が行われることになる。

【0177】G-3：書き込み動作

次に、第4実施形態に係る電気泳動表示装置の書込動作（書換動作中のものを含む）について詳細に説明する。図34は書込動作における電気泳動表示装置のタイミングチャートである。ここでは、i行j列の画素Pijにおける書込動作を説明するが、他の画素においても同様の書き込みがなされることは勿論である。

【0178】図34に示すように、階調電圧印加期間Tv fのi番目の水平走査期間においてデータ線信号Xj

は階調電圧Vijとなる。このとき、走査線信号Yiがアクティブ（Hレベル）となるから、階調電圧Vijが画素Pijの画素電極104に書き込まれる。これにより、画素電極104の電圧は、時刻T1においてリセット電圧Vrestから階調電圧Vijに移移して、分散系1に階調に応じた電界が印加されることになる。

【0179】また、時刻T2において、走査線信号Yiが非アクティブ（Lレベル）になると、画素PijのTF T103はオフ状態になるが、画素容量には電荷が蓄積されているため、画素電極104の電圧は階調電圧Vijを維持する。

【0180】次に、制動電圧印加期間Ts fのi番目の水平走査期間において、走査線信号Yiがアクティブになると、階調電圧Vijに応じた制動電圧Vsijが画素電極104に印加される。これにより、画素電極104の電圧は、時刻T4に至ると、制動電圧Vsijと一致することになる。

【0181】さらに、1フィールド期間が経過すると、無バイアス期間Tb fのi番目の水平走査期間において、走査線信号Yiがアクティブになると、共通電極電圧Vcomが画素電極104に印加される。これにより、画素電極104の電位は、時刻T4に至ると、共通電極電位Vcomと一致することになる。

【0182】G-4：電気泳動粒子の挙動

次に、画素Pijにおける電気泳動粒子3の挙動について考察する。書込動作前にリセット動作が行われているから、時刻T0において、画素Pijの電気泳動粒子3は画素電極104側に総て位置している。時刻T1において、画素電極104に階調電圧Vijが印加されると、画素電極104から共通電極201へ向けて電界が付与される。したがって、時刻T1から電気泳動粒子3は移動を開始し、輝度Iijは次第に高くなる。

【0183】次に、時刻T4から時刻T6までの1フィールド期間にあっては、制動電圧Vsijが画素電極に印加される。制動電圧Vsijは共通電極電位Vcomを基準として負極性の電位であるから、共通電極201から画素電極104の向きにクーロン力が作用する。これにより、電気泳動粒子3の運動方向とは逆方向の力を作用させ、電気泳動粒子3の速度を低下させ、時刻T6に至るまでに、その運動を完全に停止させることができる。くわえて、時刻T6から時刻T7の間には、共通電極電位Vcomが画素電極104に印加されるから、画素容量に蓄積された電荷が放電される。これにより、時刻T7以降、画素PijのTF T103がオフ状態になっても電極間に電界が発生しなくなり、電気泳動粒子3の空間的な状態が保持されることになる。

【0184】ところで、上述した第2実施形態にあっては、1水平期間中の所定期間に階調電圧Vij、制動電圧Vs、共通電極電圧Vcomを印加するようにしたが、第4実施形態では1フィールド期間にわたって階調電圧V

ijおよび制動電圧 V_{sij} を印加している。すなわち、この例では、1フィールドという長時間に亘って階調電圧 V_{ij} および制動電圧 V_{sij} を印加するから、低い電圧値でも所望の輝度 I_{ij} を得ることができる。したがって、本実施形態によればデータ線信号 $X_1 \sim X_n$ を低電圧で駆動することが可能となる。

【0185】H：第8実施形態

さらに、上記第7実施形態においては、階調電圧を印加していたが、これに換えて差分階調電圧を印加することも可能である。

【0186】H-1：表示装置

図35は、第8実施形態に係る電気泳動表示装置の全体動作を示すタイミングチャートである。この図に示すように画像信号処理回路301Bは、リセット期間 T_r にリセットデータ D_{rest} を出力する。当該期間にあっては、電気泳動粒子3が画素電極104側に引き寄せられ、その空間的な状態が初期化される。

【0187】次に、書込期間 T_w は、複数の単位期間から構成されており、1つの単位期間は、1フィールド単位の差分階調電圧印加期間 T_{dvf} 、制動電圧印加期間 T_{dsf} 、および無バイアス期間 T_{dbf} で構成される。差分階調電圧印加期間 T_{dvf} と制動電圧印加期間 T_{dsf} とにあっては、画像信号処理回路301Bから出力された差分画像データ D_d と制動電圧データ D_{ds} とに基づいて、各画素電極104に差分階調電圧 V_d と制動電圧 V_s とが各々印加される。ただし、これらの期間において無バイアスタイミング信号 C_b は非アクティブのままである。したがって、これらの期間において共通電極電圧 V_{com} が各画素電極104に書き込まれることはない。

【0188】一方、無バイアス期間 T_{dbf} にあっては、画像信号処理回路301Bからデータが供給されないが、無バイアスタイミング信号 C_b がアクティブとなるので、当該期間にあっては、総てのデータ線102に共通電極電圧 V_{com} が供給されることになる。したがって、各画素電極104に共通電極電圧 V_{com} が書き込まれる。すなわち、この例にあっては、ある走査線のある選択期間において、画素電極104に差分階調電圧 V_d を印加し、当該走査線が次に選択されるまでの期間、差分階調電圧 V_d を保持し、当該走査線の次の選択期間において画素電極104に制動電圧 V_{ds} を印加し、当該走査線がその次に選択されるまでの期間、制動電圧 V_{ds} を保持し、当該走査線がその次に選択される期間において共通電極電圧 V_{com} を画素電極104に印加する。

【0189】次に、保持期間 T_h にあっては、画素電極104と共通電極201との間に、電界を発生させないようにしており、直前の書込期間 T_w で書き込まれた画像が保持される。

【0190】(2) 書き込み動作

図36は書込動作における電気泳動表示装置のタイミン

グチャートである。ここでは、i行j列の画素 P_{ij} における書込動作を説明するが、他の画素においても同様の書き込みがなされることは勿論である。また、この例では、画素 P_{ij} における直前の単位期間の階調が10%であり、現在の単位期間で50%の階調を表示させるものとする。図36に示すように、差分階調電圧印加期間 T_{dvf} のi番目の水平走査期間においてデータ線信号 X_j は差分階調電圧 V_{dij} となる。このとき、走査線信号 Y_i がアクティブ(Hレベル)となるから、差分階調電圧 V_{dij} が画素 P_{ij} の画素電極104に書き込まれる。これにより、画素電極104の電位は、時刻 T_1 において差分階調電圧 V_{dij} に遷移して、分散系1に差分階調に応じた電界が印加されることになる。

【0191】また、時刻 T_2 において、走査線信号 Y_i が非アクティブ(Lレベル)になると、画素 P_{ij} の TFT_{103} はオフ状態になるが、画素容量には電荷が蓄積されているため、画素電極104の電圧は差分階調電圧 V_{dij} を維持する。次に、制動電圧印加期間 T_{dsf} のi番目の水平走査期間において、走査線信号 Y_i がアクティブになると、差分階調電圧 V_{dij} に応じた制動電圧 V_{dsij} が画素電極104に印加される。これにより、画素電極104の電圧は、時刻 T_4 に至ると、制動電圧 V_{dsij} と一致することになる。さらに、1フィールド期間が経過すると、無バイアス期間 T_{dbf} のi番目の水平走査期間において、走査線信号 Y_i がアクティブになる。すると、共通電極電圧 V_{com} が画素電極104に印加される。

【0192】I：応用例

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲で応用・変形が可能であり、例えば、以下に述べる変形が可能である。

【0193】I-1：動画の表示

上述した各実施形態にあっては、1枚の画像をリセット動作、書込動作の順で形成してこれを保持し、必要に応じて書換動作を行うようにした。したがって、各実施形態の電気泳動表示装置は、静止画を表示するのに適している。しかし、リセット期間 T_r を短くするとともに、書換動作を周期で繰り返すことによって、動画を表示してもよいことは勿論である。動画を表示する場合には、第1に、電気泳動粒子3に移動速度が速いことが望ましい。このため、分散媒2の粘性抵抗は小さいことが好ましい。このような場合には、分散系1へ電界を付与することを停止しても電気泳動粒子3が惰性で泳動することが多い。したがって、第2実施形態やあるいは第4実施形態で説明したように制動電圧を印加して、電気泳動粒子3の運動を減衰させることが好ましい。

【0194】I-2：リフレッシュ期間

分散系1を構成する分散媒2と電気泳動粒子3の比重は等しいことが好ましいが、素材の制約やバラツキによっ

て両者の比重を完全に一致させることは難しい。このような場合、一旦、画像を書き込んでこれを長時間放置すると、電気泳動粒子3に重力が作用して、粒子が沈降・浮上することがある。そこで、タイミングジェネレータ400の内部に図37に示すタイマー装置を設けて、所定周期で同一画像を再書き込みすることが好ましい。

【0195】このタイマー装置410は、タイマー部411と比較部412とを備えている。タイマー部411は、時間が計測して継続時間データDtを生成するとともに、通常の書き込みを指示する書込開始信号Wsと再書込信号Ws'のうちいずれか一方がアクティブになると継続時間データDtの値を'0'にリセットするようになっている。比較部412は継続時間データDtと予め定められたリフレッシュ期間を指示する基準時間データDrefとを比較して、継続時間データDtと基準時間データDrefを比較して、両者が一致すると、所定時間アクティブとなる再書込信号Ws'を生成するようになっている。

【0196】図38は、タイマー装置410のタイミングチャートである。この図に示すように書込開始信号Wsがアクティブになると、タイマー部411の継続時間データDtがリセットされ、計測が開始される。そして、予め定められたリフレッシュ期間が経過すると、継続時間データDtと基準時間データDrefとが一致して再書込信号Ws'がアクティブとなる。以後、リフレッシュ期間が経過する毎に再書込信号Ws'がアクティブとなる一方、途中で書込開始信号Wsがアクティブとなれば、その時点からリフレッシュ期間の計測が開始されることとなる。このようにして得られた再書込信号Ws'をトリガとして上述した実施形態で説明した書き換え動作（ただし同一画像）を実行することによって、表示画像のリフレッシュを図ることができる

【0197】I-3：電子機器

次に、上述した電気泳動表示装置を用いた電子機器について説明する。

(1) 電子書籍

まず、電気泳動表示装置を電子書籍に適用した例について説明する。図39は、この電子書籍を示す斜視図である。図において、電子書籍1000は、電気泳動表示パネル1001、電源スイッチ1002、第1ボタン1003、第2ボタン1004、およびCD-ROMスロット1005を備えている。

【0198】利用者が電源スイッチ1002を押して、CD-ROMスロット1005にCD-ROMを装着すると、CD-ROMの内容が読み出され、電気泳動表示パネル1001にメニューが表示される。利用者が第1ボタン1003と第2ボタン1004を操作して、所望の書籍を選択すると電気泳動表示パネル1001に第1頁が表示される。頁を進める場合には第2ボタン1004を押し、頁を戻す場合には第1ボタン1003を押

す。

【0199】この電子書籍1000にあっては、書籍の内容を表示した後は、第1ボタン1003および第2ボタン1004を操作したときだけ表示画面を更新する。上述したように電気泳動粒子3は電界が印加されなければ泳動しない。換言すれば、表示画像を維持するためには給電が不要である。このため、表示画面を更新するときだけ、駆動回路に電圧を印加して電気泳動表示パネル1001を駆動している。この結果、液晶表示装置と比較して消費電力を大幅に削減することができる。

【0200】また、電気泳動表示パネル1001の表示画像は、顔料粒子である電気泳動粒子3によって表示されるので、表示画面が光ることがない。したがって、電子書籍1000は印刷物と同様の表示が可能であり、これを長時間読んでも目の疲労が少ないといった利点がある。

【0201】(2) パーソナルコンピュータ

次に、電気泳動表示装置を、モバイル型のパーソナルコンピュータに適用した例について説明する。図40は、このパーソナルコンピュータの構成を示す斜視図である。図において、コンピュータ1200は、キーボード1202を備えた本体部1204と、電気泳動表示パネル1206とから構成されている。この電気泳動表示パネル1206の表示画像は、顔料粒子である電気泳動粒子3によって表示されるので、透過型・半透過型の液晶表示装置で必要とされるバックライトが不要である。このため、コンピュータ1200を小型軽量化することができ、しかも、その消費電力を大幅に削減することが可能である。

【0202】(3) 携帯電話

さらに、電気泳動表示装置を、携帯電話に適用した例について説明する。図41は、この携帯電話の構成を示す斜視図である。図において、携帯電話1300は、複数の操作ボタン1302のほか、受話口1304、送話口1306とともに、電気泳動表示パネル1308を備えるものである。液晶表示装置にあっては偏光板が必要であり、これにより表示画面が暗くなっていたが、電気泳動表示パネル1308は偏光板が不要である。このため、携帯電話1300は明るくて見やすい画面を表示することができる。

【0203】なお、電子機器としては、図39～図41を参照して説明した他にも、テレビジョンモニターや、屋外の広告板、道路標識、ビューファインダ型、モニタ直視型のビデオテープレコーダ、カーナビゲーション装置、ページャ、電子手帳、電卓、ワードプロセッサ、ワークステーション、テレビ電話、POS端末、タッチパネルを備えた機器等などが挙げられる。そして、これらの各種電子機器に対して、各実施形態の電気泳動表示パネル、さらにはこれを備えた電気光学装置が適用可能なのは言うまでもない。

【0204】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、アクティブマトリックス形式の電気泳動装置を駆動して所望の画像を表示することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施形態に係る電気泳動表示パネルの機械的な構成を示す分解斜視図である。

【図2】 同パネルの部分断面図である。

【図3】 同パネルを用いた電気泳動表示装置の電気的な構成を示すブロック図である。

【図4】 同パネルの分割セルの構造を簡略化して示した断面図である。

【図5】 電極間の電圧と階調濃度との関係の一例を示すグラフである。

【図6】 同装置のデータ線駆動回路140Aのブロック図である。

【図7】 走査線駆動回路130およびデータ線駆動回路140Aのタイミングチャートである。

【図8】 画像信号処理回路300Aの出力データを示すタイミングチャートである。

【図9】 リセット動作における電気泳動表示装置のタイミングチャートである。

【図10】 書き込み動作における電気泳動表示装置のタイミングチャートである。

【図11】 第2の態様に係るリセット動作を説明するためのタイミングチャートである。

【図12】 複数の水平ラインを同時にリセットする場合の動作を示すタイミングチャートである。

【図13】 書き換えるべき水平ラインを説明するための図である。

【図14】 領域単位のリセット動作を説明するための図である。

【図15】 第5の態様に係る電気泳動パネルBの電気的な構成を示すブロック図である。

【図16】 電気泳動表示装置の分割セルの構造を簡略化して示した断面図である。

【図17】 本発明の第2実施形態に係る、画像信号処理301Aの構成を示すブロック図である。

【図18】 上記画像信号処理回路301Aの出力データを示すタイミングチャートである。

【図19】 階調電圧と差分階調電圧との関係を示した図である。

【図20】 書き込み動作における電気泳動表示装置のタイミングチャートである。

【図21】 本発明の第3実施形態に係る電気泳動表示装置に用いる画像信号処理回路300Bのブロック図である。

【図22】 画像信号処理回路300Bの出力データのタイミングチャートである。

【図23】 同装置に用いるデータ線駆動回路140B

のブロック図である。

【図24】 データ線駆動回路140Bに用いる選択回路144Bの詳細な構成を示すブロック図である。

【図25】 選択回路144Bの動作を示すタイミングチャートである。

【図26】 書き込み動作における電気泳動表示装置のタイミングチャートである。

【図27】 本発明の第4実施形態に係る画像信号処理回路301Bのブロック図である。

10 【図28】 同例における、書き込み動作における電気泳動表示装置のタイミングチャートである。

【図29】 本発明の第5実施形態に係る電気泳動表示装置の全体動作を示すタイミングチャートである。

【図30】 書き込み動作における電気泳動表示装置のタイミングチャートである。

【図31】 本発明の第6実施形態に係る電気泳動装置の全体動作を示すタイミングチャートである。

【図32】 同例における、書き込み動作における電気泳動装置のタイミングチャートである。

20 【図33】 本発明の第7実施形態に係る電気泳動表示装置の全体動作を示すタイミングチャートである。

【図34】 書き込み動作における電気泳動表示装置のタイミングチャートである。

【図35】 本発明の第8実施形態に係る電気泳動装置の全体動作を示すタイミングチャートである。

【図36】 同例の、書き込み動作における電気泳動装置のタイミングチャートである。

【図37】 タイマー装置のブロック図である。

30 【図38】 同タイマー装置の動作を示すタイミングチャートである。

【図39】 電子機器の一例たる電子書籍の概観斜視図である。

【図40】 電子機器の一例たるパーソナルコンピュータの概観斜視図である。

【図41】 電子機器の一例たる携帯電話の概観斜視図である。

【符号の説明】

1……分散系

2……分散媒

40 3……電気泳動粒子

A……電気泳動表示パネル

101……走査線

102……データ線

103……TFT（スイッチング素子）

104……画素電極

201……共通電極

Vij……階調電圧

V dij……差分階調電圧

V s……制動電圧

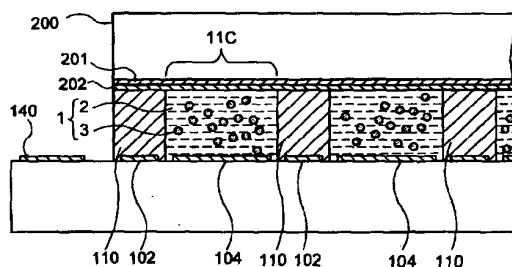
50 Y1～Ym……走査線信号

50

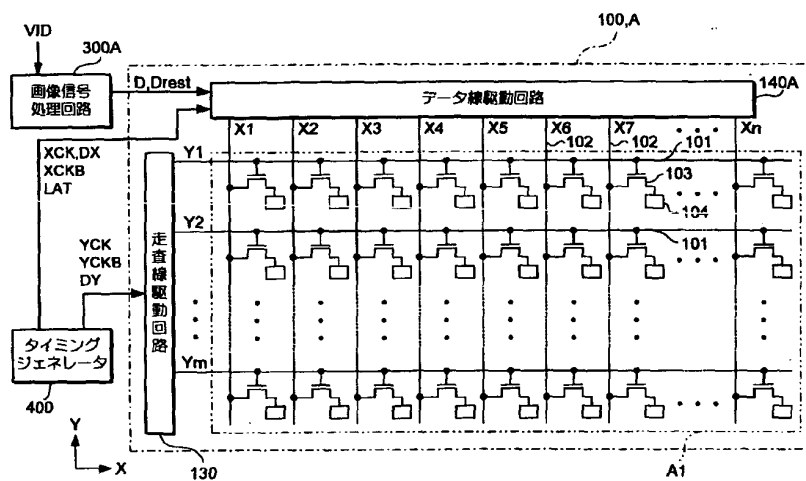
140A, 140B……データ線駆動回路（データ線駆

動部)

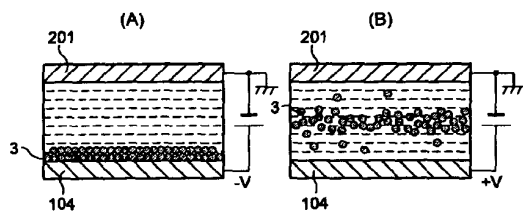
【圖 2】



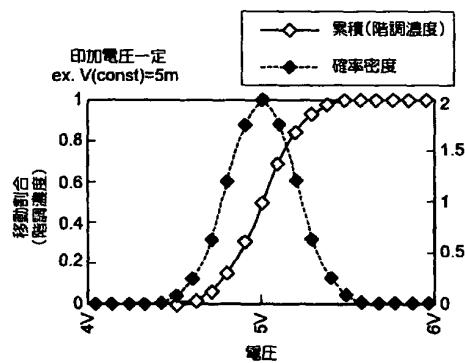
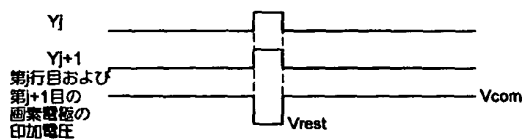
【図 3】



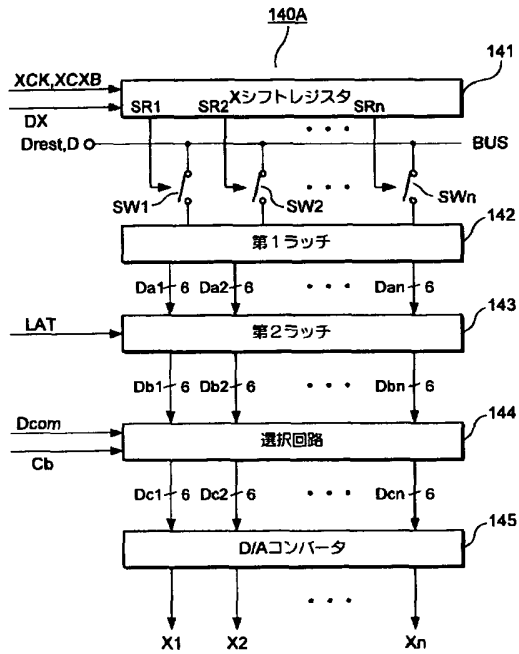
【図5】



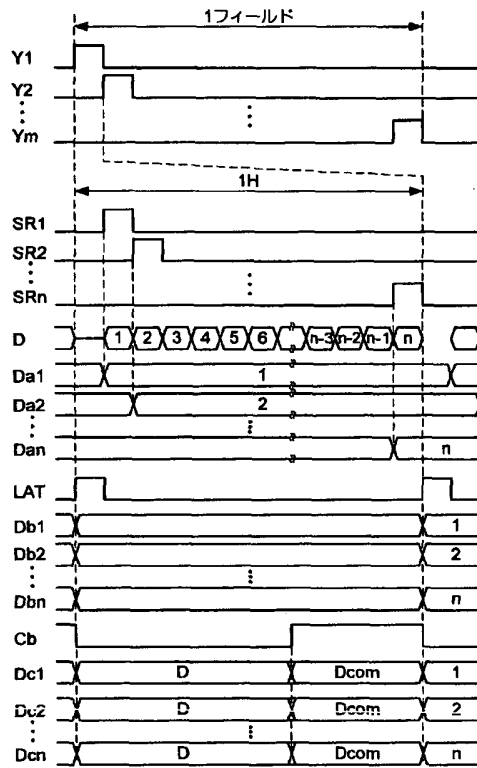
【圖 1 2】



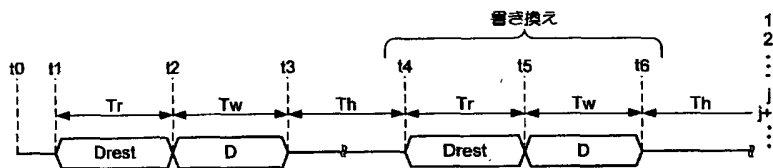
【図 6】



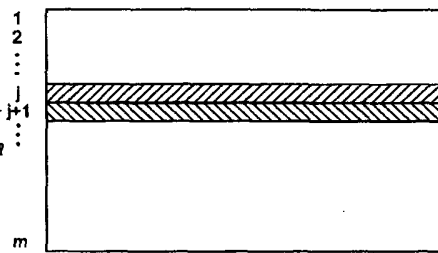
【図 7】



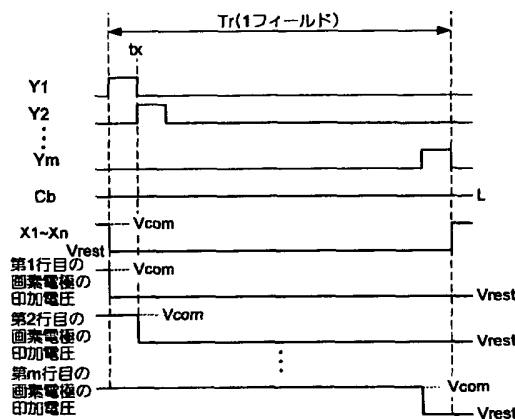
【図 8】



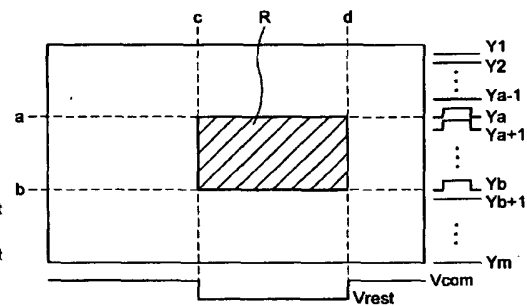
【図 13】



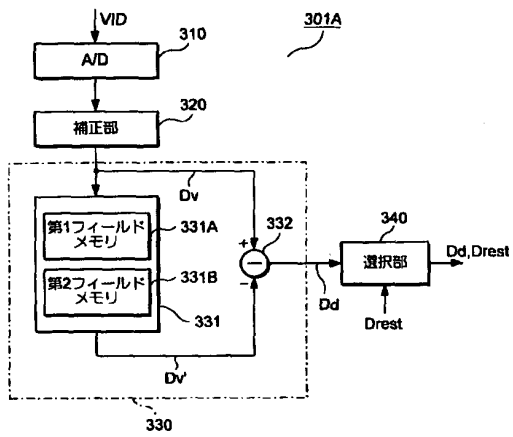
【図 9】



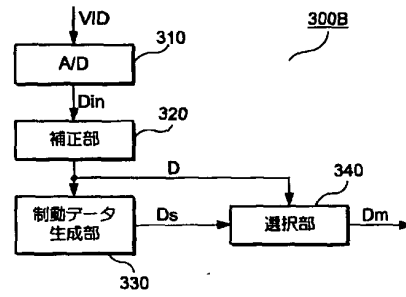
【図 14】



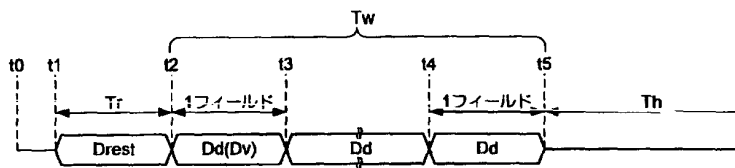
【図 17】



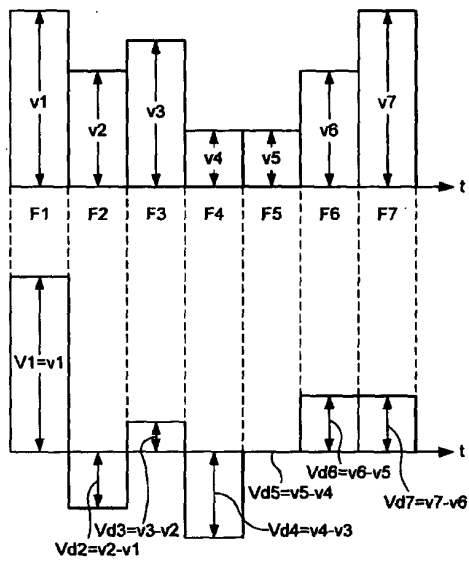
【図 21】



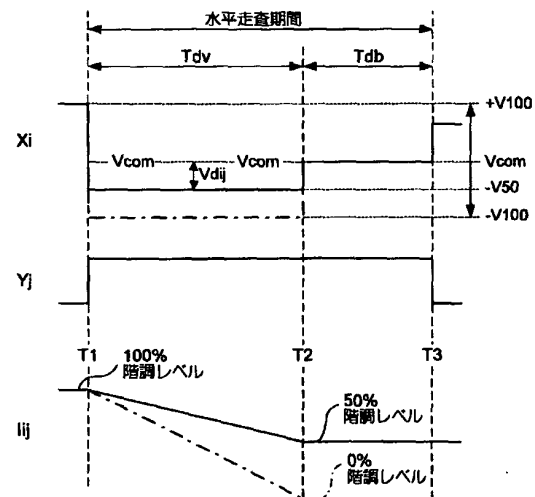
【図 18】



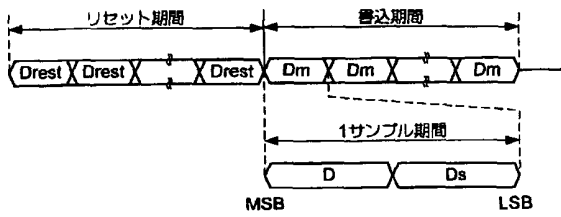
【図 19】



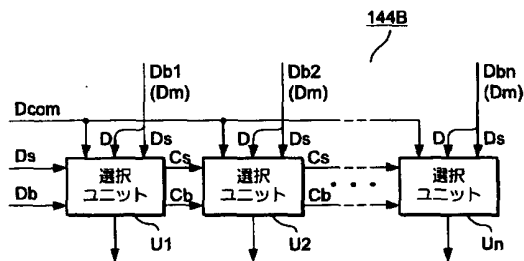
【図 20】



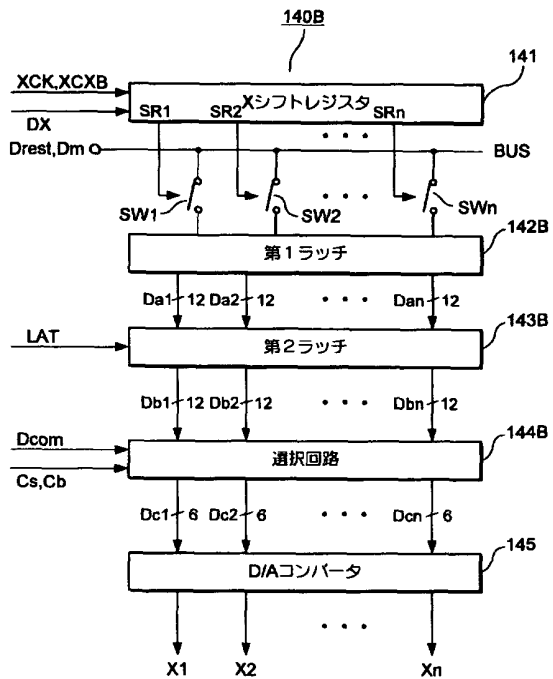
【図 2 2】



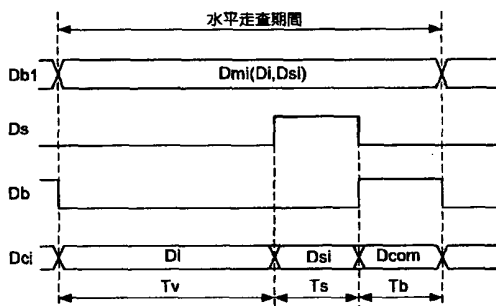
【図 2 4】



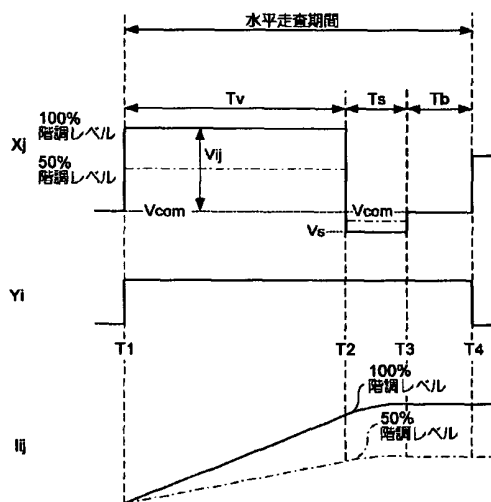
【図 2 3】



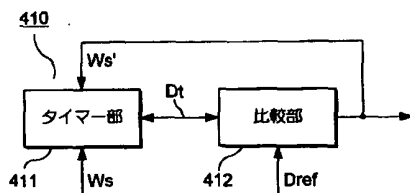
【図 2 5】



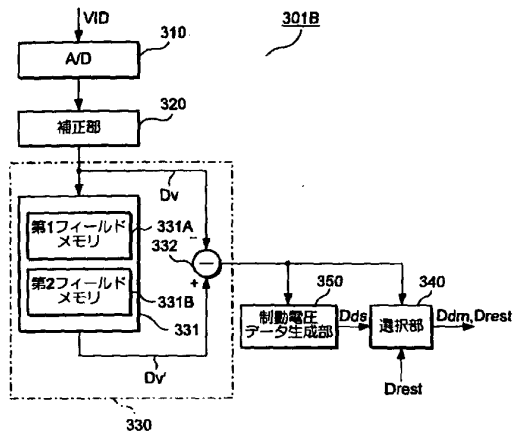
【図 2 6】



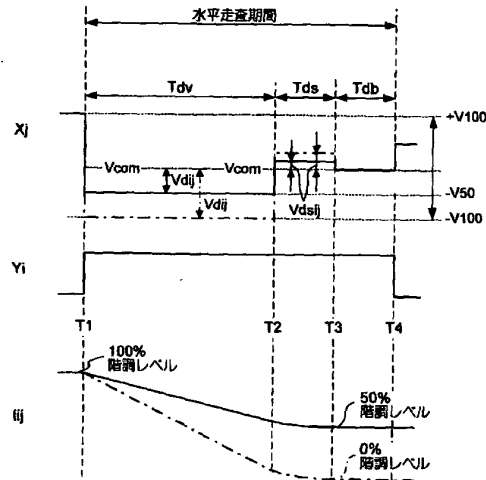
【図 3 7】



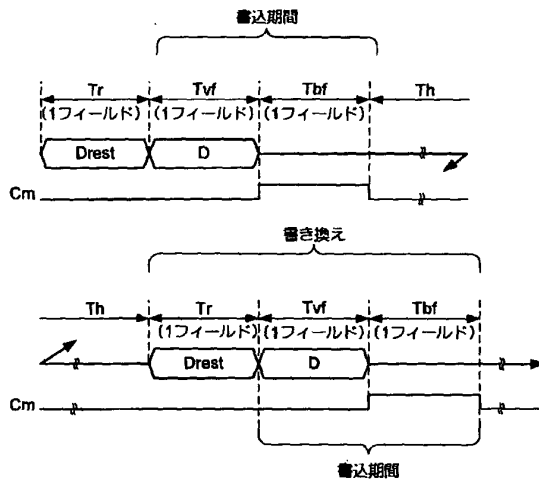
【図27】



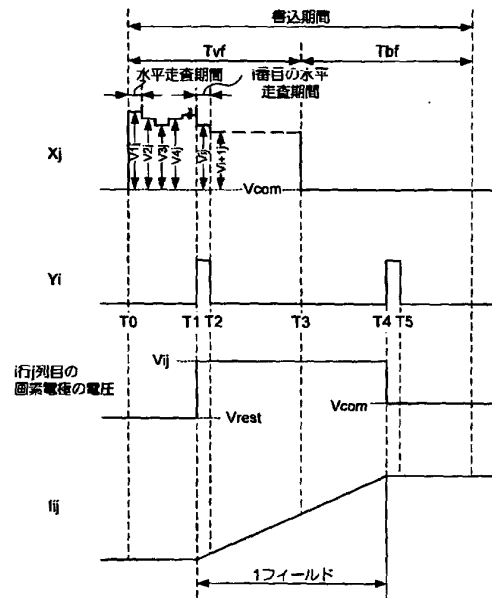
【図28】



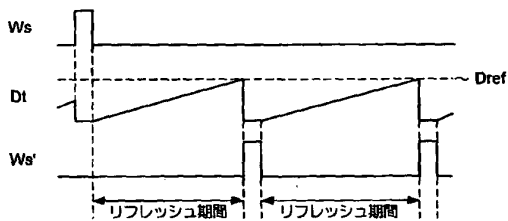
【図29】



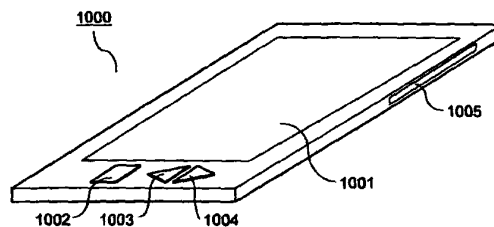
【図30】



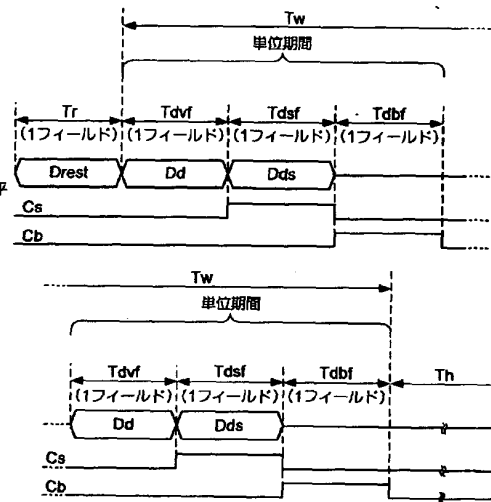
【図38】



【図39】



【図 3 5】



【図40】

